

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-161614

(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int. CI. F23D 14/22

F23C 1/00

F23C 11/00

F23D 14/48

F23D 14/58

F23D 14/78

F23D 23/00

(21)Application number : 10-331597 (71)Applicant : TOKYO GAS CO LTD

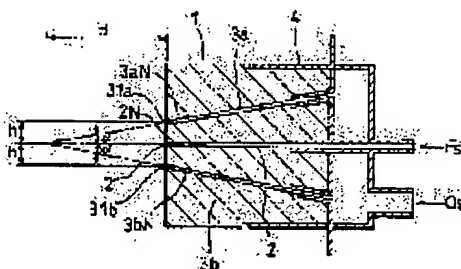
(22)Date of filing : 20.11.1998 (72)Inventor : FUJISAKI WATARU

(54) OXYGEN COMBUSTION BURNER AND COMBUSTION FURNACE HAVING SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To arbitrarily form a flat flame in a high temperature industrial furnace despite a simplified construction according to the size of the furnace.

SOLUTION: The burner comprises a combustion nozzle 2N, and two oxidant nozzles 3aN and 3bN disposed up and down of the combustion nozzle. The nozzles are disposed slantingly with respect to the fuel nozzle 2N so that it collides with a fuel injected from the fuel nozzle 2N at a distance and at an intersection angle α from a vertical line, and an oxidant injected from injection holes 31a, 31b of at least each oxidant nozzle 3aN, 3bN can collide with a fuel from a vertical portion in a flat horizontal configuration. Even if there is any misorientation of the direction of the nozzle, a flat flame can be securely formed in the furnace with the aid of collision.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection][Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration][Date of final disposal for
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998, 2000 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the oxygen-burning burner characterized by making it collide from the upper and lower sides after the oxidizer from which the aforementioned oxidizer nozzle at least blew off has become flat horizontally by having the following, and each of this oxidizer nozzle's inclining, respectively and arranging it to the fuel nozzle so that the oxidizer to spout may collide from the upper and lower sides to the fuel spouted from a fuel nozzle in the almost same position. Fuel nozzle. Two oxidizer nozzles arranged to the upper and lower sides of this fuel nozzle.

[Claim 2] The oxygen-burning burner according to claim 1 which makes the configuration of the nozzle hole of an oxidizer nozzle, and its upper portion an ellipse or a flat cross-section configuration like a rectangle, and is characterized by this blowing off after the oxidizer has become flat horizontally.

[Claim 3] It is the oxygen-burning burner according to claim 1 characterized by blowing off the configuration of the nozzle hole of an oxidizer nozzle, and its upper portion while it considers as the configuration to which a nozzle hole is an ellipse or a flat cross-section configuration like a rectangle, a cylindrical shape spreads flatly horizontally gradually, and the upper portion results in the aforementioned nozzle hole and an oxidizer spreads horizontally flatly horizontally by that cause.

[Claim 4] There is no claim 1 which makes the configuration of the nozzle hole of a fuel nozzle and its upper portion an ellipse or a flat cross-section configuration like a rectangle, and is characterized by this blowing off after fuel has also become flat horizontally, and it is the oxygen-burning burner of a publication 3 either.

[Claim 5] There is no claim 1 characterized by blowing off while it considers as the configuration to which a nozzle hole is an ellipse or a flat cross-section configuration like a rectangle, a cylindrical shape spreads flatly horizontally gradually, and the upper portion results in the aforementioned nozzle hole and fuel also spreads horizontally flatly horizontally the configuration of the nozzle hole of a fuel nozzle and its upper portion by that cause, and it is the oxygen-burning burner of a publication 3 either.

[Claim 6] There is no claim 1 characterized by arranging horizontally two or more nozzle holes of an oxidizer nozzle, and it is the oxygen-burning burner of a publication 5 either.

[Claim 7] The oxygen-burning burner according to claim 6 characterized by arranging horizontally two or more nozzle holes of a fuel nozzle.

[Claim 8] There is no jet direction of one horizontal claim of a fuel nozzle substantially, and it is the oxygen-burning burner of a publication 7 either.

[Claim 9] There is no claim 1 by which the jet direction of a fuel nozzle is horizontally made facing down, and it is the oxygen-burning burner of a publication 7 either.

[Claim 10] The oxygen-burning burner according to claim 9 whose downward angle of a fuel nozzle is 5 degrees or less.

[Claim 11] There is no claim 1 by which both the degrees of tilt angle of two oxidizer nozzles to a fuel nozzle are made equal, and it is the oxygen-burning burner of a publication 10 either.

[Claim 12] There is no claim 1 made into the angle from which the degree of tilt angle of two oxidizer nozzles to a fuel nozzle differs, and it is the

oxygen-burning burner of a publication 10 either.

[Claim 13] The oxygen-burning burner according to claim 12 with which the degree of tilt angle to the fuel nozzle of an oxidizer nozzle located up is made into size rather than the degree of tilt angle to the fuel nozzle of an oxidizer nozzle located below.

[Claim 14] There is no claim 1 equipped with the means for laminar-flow-izing a flow at the nose of cam of a fuel nozzle and the oxidizer nozzle arranged up and down, and it is the oxygen-burning burner of a publication 13 either.

[Claim 15] There is no claim 1 characterized by parallel portions being substantially consisted of by the fuel nozzle which follows the upstream edge of the portion which inclined to the fuel nozzle, and the portion which this inclined, and two oxidizer nozzles are the oxygen-burning burners of a publication 14 either.

[Claim 16] The length of the portion toward which two oxidizer nozzles inclined is an oxygen-burning burner according to claim 15 made into the length of 5 times or more of the diameter of an oxidizer nozzle.

[Claim 17] There is no claim 1 characterized by being formed by punching a refractory brick, and a fuel nozzle and two oxidizer nozzles are the oxygen-burning burner of a publication 16 either.

[Claim 18] There is no claim 1 characterized by being made from the pipe made from ceramics and covering the circumference with the refractory brick, and a fuel nozzle and two oxidizer nozzles are the oxygen-burning burner of a publication 16 either.

[Claim 19] There is no claim 1 characterized by being made from a metallic pipe and covering the circumference in the metal jacket for water cooling, and a fuel nozzle and two oxidizer nozzles are the oxygen-burning burner of a publication 16 either.

[Claim 20] The oxygen-burning burner according to claim 18 or 19 which can change the collision position of fuel and an oxidizer now by making adjustable the degree of setting angle of the oxidizer nozzle arranged up and down, and adjusting an angle.

[Claim 21] There is no claim 1 which carries out the feature of the thing of the vertical direction of a burner main part mostly arranged in the center, and a fuel nozzle is the oxygen-burning burner of a publication 20 either.

[Claim 22] There is no claim 1 by which the rate of flow and/or flow rate of an oxidizer which are spouted from an up-and-down oxidizer nozzle are made adjustable, and it is the oxygen-burning burner of a publication 21 either.

[Claim 23] There is no claim 1 characterized by using the oxygen-enrichment air or pure oxygen of 70% or more of oxygen densities as an oxidizer, and it is the oxygen-burning burner of a publication 22 either.

[Claim 24] As fuel, methane, ethane, a propane, butane, acetylene, a carbon monoxide, hydrogen, natural gas, liquefied natural gas, reformed gas, the sprayed oil, the dust coal by which air current conveyance is carried out, or the claim 1 characterized by using the gas-like fuel which consists of these mixtures is not, and it is the oxygen-burning burner of a publication 23 either.

[Claim 25] A claim 1 or the combustion furnace which makes the oxygen-burning burner of a publication a heat source 24 either.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] about the combustion furnace which makes a heat source an oxygen-burning burner and this oxygen-burning burner, especially, this invention forms a flat flame arbitrarily according to the size of a furnace etc. in a hot industrial furnace, though it is easy composition -- this -- ** -- it is related with a combustion furnace with the oxygen-burning burner which can be done, and this burner

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, many tempered air combustion by fuel and the tempered air has been used for the heating-at-high-temperature process of the industrial use in a glass fusion furnace etc. Moreover, in the glass fusion furnace, since a coke oven temperature is high and exhaust gas temperature is also high, the accumulation type combustion system as actually indicated to be the theory of "gas combustion to " (Energy Conservation Center publication) for energy saving is used. However, about 75% of an improvement of the thermal efficiency by the waste heat recovery of the accumulation section (regenerator) is a limit, NOx An installation cost's increasing, since increase of a discharge and a bigger regenerator than the main part of a glass fusion furnace are needed, and a further A problem, a bird clapper, etc. and the further improvement in a heating-at-high-temperature process [from] are called for also for disposal of the lead generated in large quantities at the time of regenerator repair, a fluorine, and the brick waste containing many toxic substances of various chlorides.

[0003] Recent years come and the oxygen before and behind 90% of oxygen densities in an industrial use scale can receive now cheaply by the technical innovation of the PSA formula oxygen manufacturing method which separates oxygen from air using an oxygen manufacture process, especially an adsorbent. If this oxygen is used for combustion as an oxidizer instead of the conventional tempered air and the heating-at-high-temperature process of a glass fusion furnace is converted into oxygen burning, since the nitrogen content in an oxidizer is almost lost, a flame temperature will rise and the amount of exhaust gas will also decrease. therefore, as compared with the conventional tempered air combustion, thermal efficiency is markedly alike, and is improved, and curtailment (energy saving) of fuel consumption also becomes possible Furthermore, thermal NOx Since the nitrogen content in the oxidizer leading to generation decreases, a NOx discharge also decreases. From these features, there is much fuel consumption conventionally and an oxygen-burning method is NOx. Curtailment of a discharge is especially said to be suitable as a method of substituting for the heating process of the difficult glass fusion furnace.

[0004] By the way, melting glass is in the lower part in a furnace, a flame is made by the up space, and the common glass fusion furnace has the structure of dissolving glass, by the thermal radiation from a flame. Therefore, in the burner for glass fusion furnaces, it is NOx. It is required with there being few discharges that thermal radiation should be strong. Then, if it has by the same, comparatively quick jet rate of flow (about 30-100 m/s) as the conventional tempered air combustion and an oxygen-burning burner performs oxygen burning, since the rate of combustion of fuel and oxygen will become 10 or more times of the rate of combustion of fuel and air and the volume of an oxidizer will also be set to one fifth, mixture becomes good, and flame volume

decreases sharply as compared with the case of tempered air combustion, and forms a small elevated-temperature flame. Therefore, the thermal radiation from an oxygen-burning flame decreases, and is not necessarily desirable as a burner of a glass fusion furnace. Moreover, when an elevated-temperature flame is made near the burner, there is risk of a burner and a burner tile carrying out an erosion with the heat from a flame.

[0005] Then, fuel is blown off from the metallicity fuel nozzle of a center section, oxygen is blown off from the annular oxygen nozzle which encloses a fuel nozzle simultaneously with it, and that to which fuel and oxygen started combustion on the outside which passed over the burner-tip section is proposed so that it may be the purpose which raises thermal radiation as an oxygen-burning burner for glass fusion furnaces, for example, may be represented by JP,3-186111,A. In this oxygen-burning burner, by making late the jet rate of flow from the nozzle of fuel and oxygen, mixture of fuel and oxygen is made late, a big flame is made in the direction of the rate of flow, and the thermal radiation from a flame is raised. Moreover, the elevated-temperature portion of a flame can be kept away from a burner, and the possibility of burning of a burner is reduced because a combustion start is overdue.

[0006] Although thermal radiation becomes larger as the oxygen-burning burner of this form makes the rate of flow late, in one side, flame stability is spoiled, a flame comes floating and making the rate of flow late becomes the cause of damaging a furnace crown. Therefore, there is a limitation also in raising thermal radiation naturally. Moreover, thermal NOx which the nitrogen contained a little in fuel or an oxidizer by the field of a high flame temperature becoming large since the contamination of the gas in the furnace to the inside of the flame by fuel and the oxygen jet will decrease and the flame-temperature fall by it will not take place, if the rate of flow is made late converts into NOx. It is NOx in order that a generation reaction may promote. There is a fault more than which a discharge also increases.

[0007] As other examples, like JP,7-4623,A, it sees from a glass side, area of a flame is enlarged, and the oxygen-burning burner which carried out the work which raises the thermal radiation to glass is also proposed by making a flat flame in a longitudinal direction. However, since [that the touch area of fuel and oxygen is large] mixture is good, the high portion of a flame temperature is made, and the oxygen-burning burner of this gestalt is thermal NOx. It is thought that a discharge increases and it is NOx. It has a problem in respect of a discharge. Moreover, the point that burner structure becomes complicated and burner manufacture cost becomes high also poses a problem.

[0008] It sets at an elevated-temperature furnace like a glass fusion furnace, and is NOx. As a method of cutting down a discharge, as shown in JP,7-26730,B, fuel and an oxidizer are separately injected in a furnace and a flame temperature is reduced according to the effect of the self-recirculation of exhaust gas and slow combustion, and it is large NOx. The method of reducing a discharge is learned. Also in an oxygen-burning method, this combustion method can reduce a NOx discharge certainly by taking methods, such as making the fuel, the fuel which extends the nozzle interval of an oxidizer, and the oxidizer which are effective and speed up the rate of flow of fuel and an oxidizer blow off in parallel etc. However, it is low NOx that it is compatible in low NOx combustion and high thermal radiation with the burner of this form. Since the flame temperature is lowered for combustion, it is difficult, and it is NOx. If it is going to make generating low, thermal radiation will also fall. Therefore, as an oxygen-burning burner used for a glass fusion furnace, it is not necessarily effective.

[0009] Fuel and an oxidizer are separately injected in a furnace from two or more nozzles, a flat flame is made in a longitudinal direction, it sees from a glass side, area of a flame is enlarged, and the burner which carried out the work which raises the thermal radiation to glass is proposed by JP,9-112814,A. Make a sheet-like oxidizer style from the upper part of a fuel style with the oxidizer jet injected downward from two or more oxidizer nozzles, both are made to cross in a furnace, and it is made to form a flat flame in a glass fusion face in this burner, so that a sheet-like fuel style may be made from the fuel jet injected from two or more fuel nozzles in parallel and it may cross in a furnace in the style of [this] fuel.

[0010] Since each is mixed with the gas in a furnace and it dilutes by this burner before fuel and an oxidizer are mixed, a flame temperature falls by the

same principle as the furnace internal combustion glow method given in JP, 7-26730, B, and it is NOx. It is thought that a discharge can be lessened. Although sheet-like a fuel style and an oxidizer style are made from two or more nozzles, it is made to cross, it can be made to be able to burn, a flat flame can be made theoretically and radiation on the glass in a furnace can be raised on the other hand in order to make a flat flame, the conditioning of a sheet-like fuel style and an oxidizer style is not easy, and needs advanced technology for a setup. Moreover, it is the design which makes fuel and an oxidizer blow off from two or more nozzles, and since the momentum of a flow falls as a result and the spray penetration into a furnace declines while the composition of a nozzle is complicated, it is difficult [it / for it] to make a flat flame at back in the furnace distant from the burner like a big glass fusion furnace to make a desired flat flame. Moreover, since the breadth of a lateral flame was decided by the degree of angle of divergence of fuel and an oxidizer nozzle, it spreads widely horizontally which is demanded in the case of a small glass fusion furnace etc., and it becomes difficult with it to make a short flame. Furthermore, it is the form which makes an oxidizer style cross only from ** (from the upper part to facing down) to a sheet-like fuel style on the other hand, and since a fuel **** field is formed near the glass solution plane, a soot (carbon) particle is conjectured that un-arranging, such as having a bad influence on glass to penetration and glass quality, arises.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, with the oxygen-burning burner for the conventional glass fusion furnaces, it is low NOx. It is not easy to make arbitrarily a flat flame with much thermal radiation to a glass fusion face according to the size of a furnace etc., maintaining a sex. Then, it is in offering a combustion furnace with the oxygen-burning burner and this burner which can cancel the fault of the above conventional technology and which were improved, and the flat flame which more specifically has arbitrary breadths in the arbitrary positions in a furnace though it is easy composition can form, and the purpose of this invention is low NOx. It is in offering a combustion furnace with the oxygen-burning burner and this burner with which a sex is also secured.

[0012]

[Means for Solving the Problem] This invention persons by experimenting in many that the above-mentioned technical problem should be solved In a furnace, to the fuel style which blows off straightly, attach an angle for an oxidizer from the vertical both directions, and it injects from a tubed nozzle. By making it collide almost simultaneous [an oxidizer / from vertical both directions] in the style of fuel at one point in the furnace distant from the nozzle nose of cam, and making it burn The knowledge of the ability to adjust easily the formation position in the configuration of a flat flame and a furnace was carried out that a flat flame is formed in a longitudinal direction, and by changing the collision position of fuel and an oxidizer.

[0013] The oxygen-burning burner by this invention is a thing based on experience to the above-mentioned knowledge. fundamentally A fuel nozzle, It has two oxidizer nozzles arranged to the upper and lower sides of this fuel nozzle. each of this oxidizer nozzle So that the oxidizer to spout may collide from the upper and lower sides to the fuel spouted from a fuel nozzle in the almost same position To the fuel nozzle, it inclines, respectively and is arranged. at least the aforementioned oxidizer nozzle Preferably, it is characterized by making the configuration of a nozzle hole collide with the oxidizer which blew off as a horizontally flat configuration from the upper and lower sides in the horizontally flat state at least.

[0014] A flat flame is formed in a longitudinal direction, when the oxygen-burning burner by this invention attaches an angle, and injects an oxidizer from the vertical both directions to the fuel style which blows off in a furnace and it collides in the furnace distant from the nozzle nose of cam by one point almost simultaneous [an oxidizer / from vertical both directions] in the style of fuel. Although machining in manufacture of an oxygen-burning burner to the metal pipe which slushes the thing of the shape of cement like unshaped refractories into a mold, and fabricates it, for example, or has thermal resistance like stainless steel and a corrosion resistance, and forming fuel passage and two oxidizer passage is performed If it has in a high precision and passage (a part for a nozzle point [Especially]) is processed

in that case, a fuel style and an up-and-down oxidizer style can be made to collide by one in a furnace predetermined.

[0015] However, it is not easy to manufacture the mold of a high precision and manufacturing by unshaped refractories so that it may be made to collide by one point of a request of the flow of three narrows is accompanied by the big work burden. the case where it does not collide in respect of a request on the other hand -- a flame -- right and left -- it inclines toward either and there is a possibility that a desired flat flame may not be obtained Then, by the oxygen-burning burner of this invention, even when it is made to make the oxidizer of the upper and lower sides spouted from the oxidizer nozzle at least collide by the flow of a horizontally flat configuration and the jet direction of an oxidizer has differed from the design objective of here somewhat according to manufacture or the forming error, as a collision takes place certainly, it is ensuring formation of a flat flame. Moreover, this has also mitigated the burden of the fabricating operation at the time of nozzle manufacture.

[0016] As a concrete means to make it make the oxidizer which blew off collide from the upper and lower sides by the flow of a horizontally flat configuration, the configuration of the nozzle hole of for example, an oxidizer nozzle and its upper portion is made into an ellipse or a flat cross-section configuration like a rectangle. by that cause After the oxidizer has become flat horizontally, are straightly good as for a method of jet. A nozzle hole is an ellipse or a flat cross-section configuration like a rectangle, and the upper portion makes the configuration of the nozzle hole of an oxidizer nozzle, and its upper portion the configuration to which a cylindrical shape spreads flatly horizontally gradually, and results in the aforementioned nozzle hole. or by that cause While an oxidizer spreads horizontally flatly horizontally, you may make it spout. Moreover, you may make it an oxidizer blow off [by arranging horizontally two or more nozzle holes of an oxidizer nozzle] with a breadth horizontally as a whole.

[0017] As a desirable mode, in addition to an oxidizer nozzle, you may also prepare a fuel nozzle so that it may blow off being in the state from which fuel became horizontally flat, or spreading horizontally flatly horizontally by the same technique also in an oxidizer nozzle. Thereby, even when the jet direction of fuel has differed from the design objective of here somewhat according to the error at the time of a fabricating operation, the collision with an oxidizer becomes certain. This mitigates the burden of processing at the time of nozzle manufacture similarly.

[0018] The jet direction of a fuel nozzle may be substantially horizontal, and may be downward horizontally at an angle smaller than about 5 degrees. In the case of the latter, there is an advantage which can suppress effectively the relief in the flame nose of cam and both the sides which are easy to produce when for example, the amount of combustion is extracted. Moreover, both the degrees of tilt angle of the oxidizer nozzle of two upper and lower sides to a fuel nozzle are good also as a different angle so that the degree of tilt angle to the fuel nozzle of an oxidizer nozzle located up equally and preferably may serve as size from the degree of tilt angle to the fuel nozzle of an oxidizer nozzle located caudad. By considering as a different angle, the relief in the flame nose of cam and both the sides which are easy to produce too can be effectively suppressed depending on combustion conditions. Although it is not limitation-like, the thing of the vertical direction of a burner main part for which a fuel nozzle is mostly arranged in the center is desirable, the thermal stress distribution which the burner tile by the radiation from a flame receives becomes equal by that cause, and the thermal endurance of an oxygen-burning burner is secured.

[0019] In a desirable mode, the rate of flow and/or flow rate of an oxidizer which are spouted from an up-and-down oxidizer nozzle are made adjustable, and on the occasion of combustion, the rate of flow of the oxidizer spouted from the oxidizer nozzle of a high order is made quick, or let a flow rate be size. The relief in a flame nose of cam or both the sides can be prevented, and the flame which carried out flattening uniformly is obtained by it.

[0020] The degree of setting angle of the oxidizer nozzle arranged up and down is made adjustable, and it enables it to adjust the degree of crossed axes angle and position of fuel and an oxidizer by that cause in a desirable mode. A flat flame is formed in the position which approached at the nose of cam of a

nozzle, when a flat flame is formed in the position which is distant from a nozzle nose of cam when colliding at a small angle and it collides at a big angle. In addition, since 2 ****s of flames will be made right and left if an angle becomes large, according to the size and configuration of a furnace, the optimal degree of crossed axes angle can be set up.

[0021] In a desirable mode, it has a means for laminar-flow-izing a flow at the nose of cam of a fuel nozzle and the oxidizer nozzle arranged up and down. This mode is effective in fuel and an oxidizer to collide in the position distant from the burner tip, and an effective flat flame is formed, without a flow declining.

[0022] In addition, in this invention, all gaseous fuel, such as not only natural gas (principal component : methane) but methane, ethane, a propane, butane, acetylene, a carbon monoxide, hydrogen, liquefied natural gas, reformed gas, etc., can be equally used as fuel. Moreover, by installing the fuel atomization nozzle which is common knowledge at the nose of cam of a fuel nozzle, liquid fuel is also usable, and when solid fuel, such as dust coal, also carries out air current conveyance, it becomes usable as fuel similarly. An oxidizer is also usable if not only pure oxygen but an oxygen density is about 70% or more of thing, and it is PSA (Pressure Swing Adsorption). Air of about 80% of oxygen densities manufactured with the method has the lowest oxygen manufacturing cost, and it is especially effective.

[0023]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of desirable operation explains a combustion furnace with the oxygen-burning burner and this burner by this invention.

[0024] Drawing 1 a is the perspective diagram showing one gestalt of an oxygen-burning burner, and a cross section according [drawing 2] to the II-II line of drawing 1. This oxygen-burning burner 10 is made from the refractory brick 1 as a whole. in the center As for 2N portion of fuel nozzles at a nose of cam, the fuel passage 2 where the cross section was made into the rectangle configuration which has a major axis horizontally is formed at least. for the upper and lower sides of this fuel passage 2 Too, as for oxidizer nozzle 3aN at a nose of cam, and 3bN portions, two oxidizer passage 3a and 3b where the cross section was made into the rectangle configuration which has a major axis horizontally is formed at least. Although not illustrated, the configuration of 2N portion of fuel nozzles and two oxidizer nozzle 3aN(s), and 3bN portions may be not a cross-section rectangle but elliptical [which have a major axis in a cross-section horizontal direction]. The back edge of each passage is connected to the source Fs of fuel supply and the oxidizer source of supply Os which are not illustrated through metal casing 4 like stainless steel, respectively.

[0025] It is the above-mentioned composition, and by passing each aforementioned nozzle portion, both the fuel which passes through the fuel passage 2, and the oxidizer which passes through the oxidizer passage 3a and 3b will be in a state flatly horizontally, and will be straightly spouted from a nozzle hole 21 and nozzle holes 31a and 31b with the state.

[0026] As shown in drawing 2, 2 Ns of fuel nozzles are level, and the jet direction of fuel becomes horizontal. The nozzle holes 31a and 31b keep the distance h equal to the upper and lower sides of the aforementioned fuel nozzle hole 21, oxidizer nozzle 3aN and 3bN are located, and only an angle alpha (the degree alpha of crossed axes angle) inclines [both], and the jet direction is prepared so that it may be the part of the almost same distance d and may collide from the upper and lower sides on the equal collision square alpha to the fuel spouted from 2Ns of fuel nozzles. in this example, 2Ns of fuel nozzles, oxidizer nozzle 3aN, and 3bN should put on a hole to a refractory brick -- it is only ***** and a nozzle portion has the same thermal resistance as a refractory brick

[0027] Drawing 3 shows other operation gestalten of an oxygen-burning burner, and drawing 3 a is [the front view and drawing 3 c of the perspective diagram and drawing 3 b] the cross sections in the c-c line of drawing 3 b. This oxygen-burning burner 10 differs from what the configuration of oxidizer nozzle 3aN and 3bN portions which are the configuration of 2N portion of fuel nozzles which is the point of the fuel passage 2, and the point of two oxidizer passage 3a and 3b showed to drawing 1 and drawing 2. That is, the nose-of-cam nozzle holes 31a and 31b of the nose-of-cam nozzle hole 21 of 2 Ns of fuel nozzles and

oxidizer nozzle 3aN, and 3bN serve as a rectangle configuration long horizontally [both], and the effective-area product is made almost equal to the cross section of the fuel passage 2 or the oxidizer passage 3a and 3b. Moreover, as the case of 2 Ns of fuel nozzles is shown in drawing 3 c as an example, the nozzle hole 21 which is the aforementioned rectangle configuration, and 31a and 31b reduce the cross section to an upstream gradually through field 21x of the shape of a sector which serves as narrow gradually and 31ax(es), and 31bx by plane view, and are following each passage (the fuel passage 2 and oxidizer passage 3a and 3b).

[0028] Thereby, both, the fuel which passes through the fuel passage 2, and the oxidizer which passes through the oxidizer passage 3a and 3b can be horizontally extended flatly at the angle according to the degree gamma of angle of divergence of fan configuration field 21x of each aforementioned nozzle and 31ax(es), and 31bx, and is spouted with a breadth from a nozzle hole 21 and nozzle holes 31a and 31b.

[0029] Drawing 4 shows typically the state of the flame within the combustion furnace (not shown) which makes a heat source the oxygen-burning burner 10 of the form shown in drawing 3. A combustion furnace is a rectangle as a whole, and as the jet direction La of the fuel from 2Ns of fuel nozzles became parallel to **** Lb substantially, it arranges the oxygen-burning burner 10 described above to the unilateral side. In this case, fuel goes straight on horizontally, spreading the inside of a furnace at a horizontal (flat). Moreover, it goes straight on from the upper and lower sides with the degree alpha of crossed axes angle, spreading too horizontally [an oxidizer]. And a fuel style and an up-and-down oxidizer style collide and burn from a furnace wall in the place of Distance d. Since the vertical momentum component which the oxidizer style which collides from the upper and lower sides has changes a direction by collision and spreads in a longitudinal direction so that it may be illustrated in that case, the combustion flame 51 of the thickness direction which places a center mostly and which was diffused horizontally [it is large and] flatly is formed in the level surface containing a fuel style.

[0030] Since fuel and an oxidizer blow off spreading in the state or the flat direction which carried out flat horizontally even if a processing error arises and a gap of some arises in each jet direction, when forming the fuel nozzle of 2Ns and two oxidizer nozzle 3aN(s), and 3bN in a refractory brick 1, the collision of fuel and an oxidizer becomes certain and trouble is not produced in formation of a flat flame.

[0031] Drawing 5 shows typically the combustion flame 51 in the furnace in the case where two oxygen-burning burners 10 by this invention have been alternately arranged in the both-sides wall of the glass fusion furnace 50. Thus, by arranging, covering the overall length for a center section of a furnace, a predetermined flat flame can be formed almost equally and it becomes possible to obtain almost uniform radiation by the effective area of a hearth. In addition, 52 is a glass fusion face in drawing 5.

[0032] Although not illustrated especially, you may make it attach said oxygen-burning burner 10 in a combustion furnace with the posture in which the jet direction La of the fuel from 2Ns of fuel nozzles inclines downward to **** Lb substantially. The relief of the flame which is easy to produce by this when there are few amounts of combustion, especially the relief in both the sides and the nose of cam of a flame can be suppressed effectively. Although it changed into the state where a flame licks heating surfaces-ed, such as a glass fusion face, with the increase in the amount of burner combustion and had produced un-arranging when it was going to prevent the relief of a flame by placing a burner upside down in the conventional oxygen-burning burner By the oxygen-burning burner 10 by this invention, since an oxidizer collides in the style of fuel with an angle from a lower part, even if the amount of combustion increases, the state where a flame comes to lick a heating surface-ed is avoidable. In an experiment, about 5 degrees is a limitation, and if the downward angle of the injection direction La of fuel is made to incline greatly more than it, the situation that a flame contacts a heated object partially will produce it.

[0033] Drawing 6 shows other operation forms of the oxygen-burning burner by this invention. With this form, the flow control bulb 11 is arranged to the upper juncture part of the oxidizer passage 3a and 3b. By controlling this flow control bulb 11 suitably, the flow rate to oxidizer nozzle 3aN located above

the oxidizer supplied from the source of an oxidizer which is not illustrated and oxidizer nozzle 3bN located in a lower part is controllable. According to the experiment, it becomes too possible to suppress the relief of an oxygen flame easily by making into size the flow rate to oxidizer nozzle 3aN located up rather than the flow rate to oxidizer nozzle 3bN located below. By putting in the cylindrical insert which restricts passage in oxygen passage, although not illustrated, or forming drawing, such as a shutter, at the nose of cam of a nozzle. The rate of flow to oxidizer nozzle 3aN located above an oxidizer and oxidizer nozzle 3bN located in a lower part can be controlled, and the same effect can be acquired by making into size the oxidizer rate of flow of oxidizer nozzle 3aN located up rather than the rate of flow of oxidizer nozzle 3bN located below.

[0034] In the oxygen-burning burner 10 of this invention, the collision position d of a fuel style and an oxidizer style, i.e., the distance from a furnace wall side to a flame 5l, can be easily changed by changing the degree alpha of crossed axes angle of oxidizer nozzle 3aN to 2 Ns of fuel nozzles, and 3bN so that clearly from drawing. Therefore, it becomes possible by using this oxygen-burning burner 10 to form a flat flame in the arbitrary positions in a furnace. Moreover, the breadth of a flame is also controllable by changing the degree alpha of crossed axes angle of oxidizer nozzle 3aN to 2 Ns of fuel nozzles, and 3bN.

[0035] Drawing 7 shows the operation form of further others of the oxygen-burning burner by this invention. In this form, the pipe made from ceramics which makes fuel passage 2A to the mid gear of this soma part 1A which is a refractory brick is arranged in the level state, and two pipes made from ceramics which make oxidizer passage 3Aa and 3Ab to the upper and lower sides are arranged in the mode which can adjust the degree of tilt angle to fuel passage 2A. namely, the hole which spreads in the shape of a triangle towards a back end side from a nose-of-cam side in the upper and lower sides of the aforementioned fuel passage 2A of this soma part 1A -- 1Ba and 1Bb puncture -- having -- **** -- this -- a hole -- two aforementioned pipes which form the aforementioned oxidizer passage 3Aa and 3Ab are inserted by making a nose-of-cam side into the regular position into 1Ba and 1Bb in the state which can be rocked in the vertical direction. Let parts for the point of each pipe be 2N portion with the nozzle hole (2l, and 3la, 3lb) used as the field (2lx and 3lax(es), 3lby) which makes the shape of a sector by plane view, and the horizontally long rectangle configuration of fuel nozzles and oxidizer nozzle 3aN, and 3bN portions like what was shown in drawing 3. Although are not illustrated, and shown in drawing 1, as for the nozzle portion at a nose of cam, the whole may be made into elliptical or the rectangle configuration of each pipe which has a major axis horizontally in the cross section like at least.

[0036] By having attached locking-device 1D for holding each pipe to a position in the back end side of this soma part 1A, and setting to the proper position of the aforementioned locking-device 1D the back end side of each pipe which constitutes oxidizer passage 3Aa and 3Ab. It becomes possible to adjust arbitrarily the degree alpha of crossed axes angle from [of each oxidizer style from two oxidizer nozzle 3aN(s) to the fuel style spouted from 2Ns of fuel nozzles, and 3bN] the upper and lower sides. According to the oxygen-burning burner of this form, the degree of setting angle of the oxidizer nozzle of the upper and lower sides to a fuel nozzle can be changed easily, and thereby, the collision position of fuel and an oxidizer is adjusted and it becomes possible to change the formation position in the furnace of a flat flame.

[0037] Drawing 8 shows the operation form of further others of the oxygen-burning burner by this invention. The degree alpha of tilt angle to 2 Ns of fuel nozzles of oxidizer nozzle 3aN in which 2 Ns of fuel nozzles are level, and they are located up (alpha 1) this form. It considers as size from the degree alpha of tilt angle to 2 Ns of fuel nozzles of oxidizer nozzle 3aN located below (alpha 2). According to it, the distance ha from the nozzle hole 2l of 2 Ns of fuel nozzles to nozzle-hole 3la of oxidizer nozzle 3aN located in the upper part also differs in the thing and composition which were shown in drawing 1 or drawing 3 at the point made larger than the distance h to nozzle-hole 3lb of oxidizer nozzle 3bN located below.

[0038] While being able to place a flame upside down according to the

difference of an angle α (α_1) and an angle α (α_2) and being able to stop the relief of a flame, since an oxidizer collides with fuel with an angle from a lower part, even if the amount of combustion increases, the state where a flame licks a heating surface-ed is avoidable by the oxygen-burning burner of this form, like the case where said fuel nozzle is made to incline downward. In an experiment, if about 15 degrees is a limitation and the difference of an angle α (α_1) and an angle α (α_2) is enlarged more than it, the whole flame is divided into a curve or two, and the situation that a flame spreads downward and a flame contacts a heated object partially will produce a flat flame while it is not obtained.

[0039] Although not illustrated, what bundled the metal plate and the thick thin narrow pipe with a length of several cm as for which the metal network and the hole of a large number like a punching metal were vacant is attached at the nose of cam of a nozzle, and it may be made to rectify the flow of fuel and an oxidizer (laminar-flow-izing). In flowing the inside of a pipe depending on the Reynolds number, the Reynolds number will become small and it will become a laminar flow whether a flow becomes a laminar flow or it becomes a turbulent flow, if a tube diameter is small. By putting in the above rectifiers which divide a flow in a thick pipe, a flow serves as a laminar flow and the spray penetration into the furnace of a flow becomes strong. Therefore, it becomes possible with a flow to collide in the position distant from the burner by laminar-flow-izing a flow to form a flat flame effectively, without attenuating a flow.

[0040] In the oxygen-burning burner by this invention, a flame approaches a nozzle and a flat flame with wide width of face is obtained as a flat flame with narrow width of face is obtained in the position where the aforementioned degree α of crossed axes angle (it is the same α (α_1), α (α_2), and the following with the form shown in drawing 8) separated from the nozzle when small and the degree α of crossed axes angle becomes large so that it may describe above and may explain in detail in the after-mentioned example of an experiment. Therefore, it becomes possible by controlling suitably the aforementioned degree α of crossed axes angle to form a flat flame with arbitrary breadths in the arbitrary positions in a furnace.

Moreover, if the degree α of crossed axes angle becomes large above to some extent, the flat flame which flame length became short and was divided into two will be obtained. This halved flame turns into an effective radiation flame in a small glass fusion furnace with a small glass dissolution room area.

[0041] In the conventional oxygen-burning burner, when late, the jet rate of flow v of fuel and an oxidizer becomes the cause which damages a furnace crown and is not desirable [a flame], if it tends to come floating and a flame comes floating. Although it is performing raising the rate of flow v of an oxidizer, or attaching a burner nozzle downward a little as a cure for that, if the rate of flow v increases, since radiant heat flux decreases, it is not desirable, and when the nozzle was placed upside down and the amount of burner combustion is made to increase, it is in the state where a flame licks a glass fusion face and is not desirable as described above. as mentioned above, by the oxygen-burning burner by this invention Since it has oxidizer nozzle 3aN and 3bN up and down, a fuel nozzle by placing upside down slightly Moreover, [whether the jet rate of flow of the oxidizer from oxidizer nozzle 3aN located up is made quick by the proper means as compared with oxidizer nozzle 3bN located below, and] Or by making [many] the amount of flushes of the oxidizer from oxidizer nozzle 3aN located up as compared with oxidizer nozzle 3bN located below, without decreasing radiant heat flux, the level state of a flat flame is maintained as it is, and it becomes possible to stop the relief of a flame.

[0042] Moreover, since fuel and an oxidizer spout the oxygen-burning burner by this invention from each nozzle, before colliding and starting combustion, the combustion gas in a furnace is involved in. Therefore, it is NOx by the highest flame temperature falling and adjusting the interval h of the rate of flow v , a fuel nozzle, and an oxidizer nozzle. A discharge can be lessened. In addition, NOx Although it is quick in the spray velocity v of fuel and an oxidizer and it is known that what is necessary is just to make large the interval h of a fuel nozzle and an oxidizer nozzle in order to lessen a discharge, the suitable speed v and the interval h of a nozzle are set up experimentally, balancing both, since radiant heat flux falls, if the spray velocity v is made quick too

much or the interval h of a nozzle is extended too much.

[0043] Drawing 9 shows the operation form of further others of the oxygen-burning burner by this invention. up-and-down oxidizer nozzle 3aN and 3bN constitute this form from an parallel portion three a2 and three b2 substantially in 2 Ns of fuel nozzles which follow the portion three a1 which inclined to 2 Ns of fuel nozzles, three b1, and the upstream edge of the portion which this inclined -- having -- this -- the parallel portion three a2 and three b2 are connected [passage / oxidizer / 3a and 3b] as it is

[0044] By the oxygen-burning burner of this form, since it consists of a portion three a1 toward which oxidizer nozzle 3aN and 3bN inclined, a portion three a2 made parallel to three b1, and three b2, as compared with the thing of the form shown in drawing 1 or drawing 3, the height of the vertical direction of a refractory brick can be made low, and a burner is miniaturized. Moreover, the refractory brick is expensive and cost can also be reduced by considering as this form. The rectilinear-propagation nature of the jet direction of an oxidizer is secured by making the inclined portion three a1 and the length of three b1 into the portion three a2 and the length of 5 times or more of the diameter of three b2 which were preferably made parallel. Especially the thing for which two oxidizer passage 3Aa(s) and 3Ab are made into the configuration bent halfway instead of the shape of a straight line also in the oxygen-burning burner of the form shown in aforementioned drawing 7 although not illustrated is possible, thereby, it can make low the height direction of the vertical direction of a refractory brick, and low-cost-ization of it is attained.

[0045] Drawing 10 shows the operation form of further others of the oxygen-burning burner by this invention. this -- a form -- fuel -- passage -- two -- A -- , -- an oxidizer -- passage -- three -- Aa -- , -- three -- Ab -- , -- the -- a nose of cam -- a nozzle -- a portion -- including -- both -- stainless steel -- like -- thermal resistance -- a corrosion resistance -- it is -- metal -- a pipe -- making -- having -- **** -- and -- the -- the whole -- too -- stainless steel -- like -- thermal resistance -- a corrosion resistance -- it is -- a metallic material -- making -- having had -- casing And the this casing 1m interior is used as the jacket Wj for water cooling, and Inlet Win and the exhaust port Wout of cooling water are prepared in casing 1m. With this composition, while all burner structural materials serve as a metal and processing becomes easy, it considers as the case of a refractory brick for water-cooled structure, it compares, and high thermal resistance and a corrosion resistance are obtained.

[0046] In explanation of each above oxygen-burning burner, although 2Ns of fuel nozzles, oxidizer nozzle 3aN located up and down, and 3bN were explained as what has the nozzle hole which both makes nothing, a horizontally long ellipse, or a rectangle configuration for the same configuration This is the instantiation for the oxidizer and fuel which blew off having in a horizontally flat configuration, and enabling it to collide from the upper and lower sides, and the form of many operations exists in others.

[0047] Although drawing 11 is the same as that of what shows the state where the nozzle-hole portion of other forms was seen from the furnace internal-surface side, and was shown in drawing 3 almost, the profile by the side of the shorter side of the nozzle holes 21, 31a, and 31b which are rectangle configurations is made into the shape of a curve instead of a straight line. In this case, the rate-of-flow distribution in a more uniform nozzle is realizable.

[0048] Drawing 12 a, b, and c shows the nozzle-hole portion of the configuration of further others, and it is made for fuel and an oxidizer to blow off with a breadth flatly horizontally in drawing 12 a by carrying out two-piece (you being two or more pieces) arrangement of the circular nozzle holes 21, 31a, and 31b horizontally substantially. Each nozzle hole branches by the upstream from the fuel passage 2 or the oxidizer passage 3a and 3b, and the sum total cross section of two nozzle holes each is made equal to the cross section of the fuel passage 2 or the oxidizer passage 3a and 3b. In this case, horizontal **** becomes strong and the effect which a flame extends more arises. In drawing 12 b, 2 Ns of fuel nozzles make it the nozzle hole 21 of the shape of a rectangle shown in drawing 3, and up-and-down oxidizer nozzle 3aN and the nozzle holes 31a and 31b of 3bN are made into the configuration which carried out two-piece (you may be two or more pieces) arrangement of the circular nozzle hole horizontally substantially as shown in drawing 12 a. Also

in this case, horizontal **** becomes strong and the effect which a flame extends more arises. In drawing 12 c, the fuel passage 2 or two oxidizer passage 3a and 3b (you may be two or more) are formed horizontally, and each has the nozzle holes 21, 31a, and 31b of the same cross-section configuration. [0049] Although it considers as the same rectangle configuration with the nozzle holes 31a and 31b of oxidizer nozzle 3aN and 3bN having been shown in drawing 3 here so that it might blow off, while an oxidizer spread horizontally by drawing 13 a and b showing the nozzle-hole portion of the form of further others, 2 Ns of fuel nozzles have the circular nozzle hole 21, and a fuel style does not blow off in a flat configuration. In drawing 13 b, 2 Ns of fuel nozzles are the circular nozzle hole 21, and up-and-down oxidizer nozzle 3aN and the nozzle holes 31a and 31b of 3bN are made into the configuration which has arranged two circular nozzle holes horizontally substantially as shown in drawing 12 a. If an oxidizer style blows off with a breadth horizontally even if a fuel style is the flow of a narrow line, it will be understood easily that the desired end can fully be attained.

[0050] In all the above-mentioned examples, although explained as an equal, as for it, the cross section of fuel passage and oxidizer passage and the cross section of each nozzle nozzle hole may be narrow, even if the cross section of a nozzle nozzle hole is large in a certain amount of range to not indispensable composition but the cross section of each passage. When large, the influence which it has on the flame pattern of nozzle dimensions becomes small, and in being narrow, the influence of nozzle dimensions becomes easier to appear. Furthermore, when forming two or more nozzle holes, the cross section of this nozzle hole may be circular, and may be elliptical, a rectangle configuration, etc. which spread horizontally.

[0051] Next, based on the example of an experiment which this invention person performed, this invention is explained further. It was made to burn using oxygen of the town gas which makes methane a principal component as fuel, and 99.5% or more of oxygen densities which made liquefied oxygen evaporate as an oxidizer using the oxygen-burning burner of composition of having been shown in drawing. In 23m³/h and the amount of combustion, a fuel flow is 265kW (LHV conversion), an oxygen flow rate is 55m³/h, and 1.05 times of the amount of oxygen required for the gas of 23m³/h to burn completely were supplied. The interval of a fuel nozzle and an oxygen nozzle of the spray velocity of 25-100mm, fuel, and oxygen was the same, changed the degree of setting angle of 30 - 80 m/s and an oxygen nozzle to 0 - 15 degrees, and performed it.

[0052] Using the thing of a cube with width of face of 1.2m, a height [of 1.2m], and a length of 3.6m, the furnace inside dimension method of an experimental reactor installed the aforementioned burner in the center of an end side attachment wall, and installed the gas duct in the upper part by the side of the other end. The radiation from a flame and radiant heat flux measured the radiant heat flux in a hearth, in order to measure the strength of the thermal radiation from a flame, since it is in proportionality. Six measurement was measured from the burner at intervals of 0.3m to the shaft orientations of a flame.

[0053] Drawing 14 shows the comparison about the influence which the degree alpha of tilt angle to the fuel nozzle of an oxygen nozzle (the degree of crossed axes angle) has to radiant heat flux. The rate of flow v of fuel and oxygen fixed both the intervals h of 30 m/s, a fuel nozzle, and an oxygen nozzle with 50mm, and measured the radiant heat flux at the time of changing the degree alpha of oxygen nozzle angle to zero - 15 degrees. In the case of 0 times (parallel) (alpha= 0 times), radiant heat flux is low and the distribution to which radiant heat flux becomes high in the second half portion of a flame is shown. Since this has bad mixture of fuel and oxygen, it is because combustion was overdue and the flame was made from the burner in the long distance remote position. When it leans inside 5 times (alpha= 5 times), radiant heat flux becomes high at the whole, and the position of a peak is also made in near the center of a furnace. From this, it is checked that it is effective in raising radiant heat flux to lean an up-and-down oxygen nozzle inside. When it leaned inside 10 degrees (alpha= 10 degrees), the radiant heat flux near the burner went up, and the radiant heat flux distribution became still higher. Although the peak of a radiant heat flux distribution approached the burner side and the peak became high when an angle was furthermore made tight and it leaned inside 15 degrees (alpha= 15 degrees), the radiant heat

flux in the position distant from the burner became low, and homogeneity got worse.

[0054] Drawing 15 shows the comparison about the influence which the speed v of fuel and oxygen has to radiant heat flux. Here, the radiant heat flux distribution at the time of changing the rate of flow v of fuel and oxygen from 30 m/s to 80 m/s was investigated. Although the inclination for the radiant heat flux of 30 m/s with the lowest rate of flow to become high is seen, when the rate of flow is quick, radiant heat flux does not almost have a difference, and a big difference is not looked at by radiant heat flux distribution, either.

[0055] Drawing 16 shows the comparison about the influence which the interval h of a fuel nozzle and an oxygen nozzle has to radiant heat flux. Here, the radiant heat flux distribution at the time of changing the interval h of a fuel nozzle and an oxygen nozzle from 25mm to 100mm was investigated. Although the radiant heat flux in $h = 100\text{mm}$ becomes the lowest, in the case of $h = 50\text{mm}$ or less, there is almost no difference in radiant heat flux.

[0056] Next, the flame pattern was examined. The inside is a fire-resisting-insulation material flare, the radiation of an experimental reactor from a wall surface is strong, and it is not suitable for observation of a flame. Then, the above-mentioned burner was burned in air release, and the flame pattern was observed. When the angle of an oxygen nozzle was 0 times (parallel) ($\alpha = 0$ times), the flame was made by the position distant from the burner as shown in drawing 17 ((a) is a side elevation and the same of (b) is said of a plan, the following, drawing 18, and drawing 19). Moreover, the flame was long and became cylinder-like. When it leaned inside 5 times ($\alpha = 5$ times), under the influence of the oxygen style from the upper and lower sides, the cylinder-like flame became flat in a longitudinal direction slightly, and flame length became a little short. When it leaned inside 10 degrees ($\alpha = 10$ degrees), as shown in drawing 18, the flat flame which spreads in a longitudinal direction was made. When it leaned inside 15 degrees, as shown in drawing 19 ($\alpha = 15$ degrees), two flames 51a and 51b divided into the longitudinal direction near the burner were formed, and flame length became still shorter.

[0057] While the flame pattern was influenced more strongly [the degree α of crossed axes angle of an oxygen nozzle] than the rate of flow v of fuel and oxygen, and the interval h between nozzles and the degree α of crossed axes angle became large, when flame length became the above angle from these results to some extent with the bird clapper short again, it turns out that a flat flame is divided into a longitudinal direction. From this, the oxygen-burning burner by this invention checked that it was very effective as a heat source of the combustion furnace which needs the strong radiation from a flame like a glass fusion furnace. Moreover, in the small glass fusion furnace with a small glass dissolution room area, the large angle was taken and it has checked that it was also effective to make two flames by one burner.

[0058] By the way, when the town gas which does not contain nitrogen in fuel, and the pure oxygen which made the oxidizer evaporate liquefied oxygen are used, it is NOx theoretically. A discharge serves as zero. However, preventing the invasion air into a furnace at an industrial furnace assumes a certain amount of [that it is impossible and] invasion air substantially, and it is NOx. It is required to take measures. In the combustion furnace by this invention, even if it is oxygen burning, before fuel and an oxidizer blow off from a nozzle, respectively, collide as mentioned above and start combustion, the combustion gas in a furnace is involved in. Therefore, since the highest flame temperature falls, it is NOx. A big effect is brought to curtailment.

[0059] Furthermore, it is NOx, so that ** nozzle interval h is so large that the spray velocity v from the nozzle of ** fuel and oxygen is so quick that there are few degrees α of crossed axes angle of ** oxygen nozzle by the burner of this form according to the experimental result as shown in drawing 20 - drawing 22 (drawing 20) (drawing 21) (drawing 22). A discharge is low and the bird clapper was checked. Fuel blows off from the fuel nozzle of a center section represented by aforementioned JP, 3-186111, A. NOx of the oxygen-burning burner of the so-called double-pipe structure with which oxygen is supplied from the annular oxygen nozzle which encloses fuel simultaneously with it, and fuel and oxygen started combustion on the outside which passed over the burner tip Although the discharge was on the same experiment

conditions before and after 150 ppm ($O_2 = 0\%$ conversion) It sets on the conditions from which radiant heat flux is high and it becomes uniform by the oxygen-burning burner by this invention distributing it, and is NO_x . The discharge was 90 ppm ($O_2 = 0\%$ conversion). NO_x 90 ppm of discharges are NO_x in oxygen burning, in order that exhaust air capacity may decrease sharply in oxygen burning as compared with air combustion, although seemed to be a little high with making its concentration. NO_x of the air combustion by the discharge When it converts into a discharge, it is equivalent to about 10 ppm, and is a very low value. Moreover, NO_x It is 9 ppm ($O_2 = 0\%$ conversion) NO_x by choosing conditions appropriately by the burner of this invention, when it is going to lower a discharge to a limit. The discharge was possible.

[0060]

[Effect of the Invention] It becomes possible to form the flat flame which has arbitrary breadths in the arbitrary positions in a furnace by this invention, though it is easy composition, and is low NO_x . The oxygen-burning burner with which a sex is also secured is obtained. Therefore, this oxygen-burning burner is very effective like a glass fusion furnace as a heat source of the combustion furnace which needs the strong radiation from a flame. Moreover, at least, since an oxidizer blows off in the configuration which carried out flat horizontally, even when manufacturing a fuel nozzle or an oxidizer nozzle and a processing error etc. arises, the collision of fuel and an oxidizer can be made into a positive thing, and it can avoid that trouble arises in formation of a flat flame. Thereby, the processing burden at the time of nozzle manufacture is also mitigated.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] The perspective diagram showing one gestalt of the oxygen-burning burner by this invention, and a nozzle portion.
- [Drawing 2] The cross section by the II-II line of drawing 1.
- [Drawing 3] The perspective diagram showing other gestalten of the oxygen-burning burner by this invention, and a nozzle portion.
- [Drawing 4] The ** type view showing the flame gestalt within the combustion furnace which makes a heat source the oxygen-burning burner by this invention.
- [Drawing 5] The conceptual diagram showing the combustion state of the combustion furnace which makes a heat source the oxygen-burning burner by this invention.
- [Drawing 6] The cross section showing other operation gestalten of the oxygen-burning burner by this invention.
- [Drawing 7] The cross section showing the operation gestalt of further others of the oxygen-burning burner by this invention.
- [Drawing 8] The cross section showing the operation gestalt of further others of the oxygen-burning burner by this invention.
- [Drawing 9] The cross section showing the operation gestalt of further others of the oxygen-burning burner by this invention.
- [Drawing 10] The cross section showing the operation gestalt of further others of the oxygen-burning burner by this invention.
- [Drawing 11] The front view showing the operation gestalt of further others of the oxygen-burning burner by this invention, and the cross section by a'-a' line.
- [Drawing 12] the front view showing the operation gestalt of further others of the oxygen-burning burner by this invention, and a -- the cross section by 'a' line and b'-b' and c'-c' line
- [Drawing 13] The cross section by the front view, a'-a' line, and b'-b' line which show the operation gestalt of further others of the oxygen-burning burner by this invention.
- [Drawing 14] The graph which shows the difference in the radiant heat flux by the difference in the degree alpha of crossed axes angle.
- [Drawing 15] The graph which shows the difference between fuel and the radiant heat flux by the difference in the rate of flow v of an oxidizer.
- [Drawing 16] The graph which shows the difference in the radiant heat flux by the difference in the interval h of a fuel nozzle and an oxidizer nozzle.
- [Drawing 17] The conceptual diagram showing the state of the flame within a combustion furnace.
- [Drawing 18] The conceptual diagram showing the state of the flame within a combustion furnace.
- [Drawing 19] The conceptual diagram showing the state of the flame within a combustion furnace.
- [Drawing 20] The degree alpha of crossed axes angle is NOx. Graph which shows the influence which it has to a discharge.
- [Drawing 21] The rate of flow v of fuel and an oxidizer is NOx. Graph which shows the influence which it has to a discharge.
- [Drawing 22] The interval h of a fuel nozzle and an oxidizer nozzle is NOx. Graph which shows the influence which it has to a discharge.
- [Description of Notations]
- 10 [-- A fuel nozzle, 21 / -- The nozzle hole of a fuel nozzle 21x / -- The sector-like portion of a fuel nozzle, 3a, 3b / -- Oxidizer passage, 3aN 3bN /

-- An oxidizer nozzle, 31a, 31b / -- The nozzle hole of an oxidizer nozzle,
31ax, 31bx / -- The sector-like portion of the nozzle of an oxidizer, 50 / --
Combustion furnace] -- An oxygen-burning burner, 2 -- Fuel passage, 2Ns

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-161614

(P2000-161614A)

(43)公開日 平成12年6月16日(2000.6.16)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
F 2 3 D 14/22		F 2 3 D 14/22	E 3 K 0 1 7
F 2 3 C 1/00		F 2 3 C 1/00	3 K 0 1 9
11/00	Z A B	11/00	3 K 0 6 5
	3 1 0		3 K 0 9 1
	3 1 4		3 1 4

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平10-331597

(22)出願日 平成10年11月20日(1998.11.20)

(71)出願人 000220262

東京瓦斯株式会社

東京都港区海岸1丁目5番20号

(72)発明者 藤崎 亘

東京都墨田区緑2-13-7-1211

(74)代理人 100091096

弁理士 平木 祐輔 (外1名)

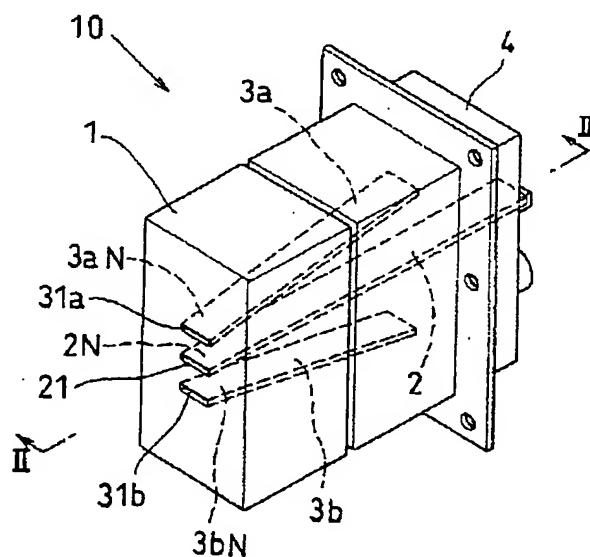
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 酸素燃焼バーナと該バーナを持つ燃焼炉

(57)【要約】

【課題】 簡単な構成でありながら、高温の工業炉内に偏平な火炎を、炉の大きさ等に応じて任意に形成することのできる酸素燃焼バーナを得る。

【解決手段】 燃料ノズル2Nと、該燃料ノズルの上下に配置した2つの酸化剤ノズル3aN及び3bNとを有し、該各酸化剤ノズル3aN及び3bNを、燃料ノズル2Nから噴出する燃料に対して、距離dのところ上下方向から交差角度 α で衝突するように、燃料ノズル2Nに対して傾斜して配置する。また、少なくとも各酸化剤ノズル3aN及び3bNの噴口31a、31bを噴出した酸化剤が水平方向に扁平な形状で上下方向から衝突しうよう配置する。ノズルの向きに多少のずれがあっても、衝突により、確実に炉内に偏平な火炎が形成される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料ノズルと、該燃料ノズルの上下に配置した 2 つの酸化剤ノズルとを有し、該各酸化剤ノズルは、噴出する酸化剤が燃料ノズルから噴出する燃料に対してほぼ同じ位置で上下方向から衝突するように、燃料ノズルに対してそれぞれ傾斜して配置されており、かつ、少なくとも前記酸化剤ノズルは、噴出した酸化剤が水平方向に扁平になった状態で上下方向から衝突するようにされていることを特徴とする酸素燃焼バーナ。

【請求項 2】 酸化剤ノズルの噴口及びその上流部分の形状を楕円又は矩形のような扁平断面形状とし、それにより、酸化剤が水平方向に扁平になった状態で噴出されることを特徴とする請求項 1 記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 3】 酸化剤ノズルの噴口及びその上流部分の形状を、噴口は楕円又は矩形のような扁平断面形状であり、その上流部分は円筒形が次第に水平方向に扁平に広がって前記噴口にいたる形状とされており、それにより、酸化剤が水平方向に扁平でありかつ水平方向に広がりながら噴出されることを特徴とする請求項 1 記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 4】 燃料ノズルの噴口及びその上流部分の形状を楕円又は矩形のような扁平断面形状とし、それにより、燃料も水平方向に扁平になった状態で噴出されることを特徴とする請求項 1 ないし 3 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 5】 燃料ノズルの噴口及びその上流部分の形状を、噴口は楕円又は矩形のような扁平断面形状であり、その上流部分は円筒形が次第に水平方向に扁平に広がって前記噴口にいたる形状とされており、それにより、燃料も水平方向に扁平でありかつ水平方向に広がりながら噴出されることを特徴とする請求項 1 ないし 3 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 6】 酸化剤ノズルの噴口が水平方向に 2 個以上配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 5 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 7】 燃料ノズルの噴口が水平方向に 2 個以上配置されていることを特徴とする請求項 6 記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 8】 燃料ノズルの噴出方向が実質的に水平方向である請求項 1 ないし 7 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 9】 燃料ノズルの噴出方向が水平方向より下向きとされている請求項 1 ないし 7 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 10】 燃料ノズルの下向き角度が 5° 以下である請求項 9 記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 11】 燃料ノズルに対する 2 つの酸化剤ノズルの傾斜角度が共に等しくされている請求項 1 ないし 10 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 12】 燃料ノズルに対する 2 つの酸化剤ノズ

ルの傾斜角度が異なる角度とされている請求項 1 ないし 10 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 13】 上方に位置する酸化剤ノズルの燃料ノズルに対する傾斜角度が下方に位置する酸化剤ノズルの燃料ノズルに対する傾斜角度よりも大とされている請求項 12 記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 14】 燃料ノズル及び上下に配置した酸化剤ノズルの先端に、流れを層流化するための手段が備えられている請求項 1 ないし 13 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 15】 2 つの酸化剤ノズルは、燃料ノズルに対して傾斜した部分と、該傾斜した部分の上流側端部に連続する燃料ノズルに実質的に平行な部分とで構成されることを特徴とする請求項 1 ないし 14 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 16】 2 つの酸化剤ノズルの傾斜した部分の長さは、酸化剤ノズルの直径の 5 倍以上の長さとしてされている請求項 15 記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 17】 燃料ノズルと 2 つの酸化剤ノズルとは、耐火煉瓦に穿孔することにより形成されることを特徴とする請求項 1 ないし 16 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 18】 燃料ノズルと 2 つの酸化剤ノズルとはセラミックス製パイプで作られ、周囲が耐火煉瓦で覆われていることを特徴とする請求項 1 ないし 16 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 19】 燃料ノズルと 2 つの酸化剤ノズルとは金属パイプで作られ、周囲が金属製の水冷用ジャケットで覆われていることを特徴とする請求項 1 ないし 16 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 20】 上下に配置した酸化剤ノズルの取り付け角度が可変とされており、角度を調節することにより燃料と酸化剤との衝突位置を変更することができるようになっている請求項 18 又は 19 記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 21】 燃料ノズルは、バーナ本体の上下方向のほぼ中央に配置されていることを特徴する請求項 1 ないし 20 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 22】 上下の酸化剤ノズルから噴出する酸化剤の流速及び／又は流量が可変とされている請求項 1 ないし 21 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 23】 酸化剤として酸素濃度 70 % 以上の酸素富化空気又は純酸素を用いることを特徴とする請求項 1 ないし 22 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 24】 燃料として、メタン、エタン、プロパン、ブタン、アセチレン、一酸化炭素、水素、天然ガス、液化天然ガス、改質ガス、噴霧されたオイル、気流搬送される微粉炭、又はこれらの混合体からなるガス状燃料を用いることを特徴とする請求項 1 ないし 23 いずれか記載の酸素燃焼バーナ。

【請求項 25】 請求項 1 ないし 24 いずれか記載の酸素燃焼バーナを熱源とする燃焼炉。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は酸素燃焼バーナ及び該酸素燃焼バーナを熱源とする燃焼炉に関し、特に、簡単な構成でありながら、高温の工業炉内に偏平な火炎を、炉の大きさ等に応じて任意に形成することのできる酸素燃焼バーナ、及び該バーナを持つ燃焼炉に関する。

【0002】

【従来の技術及び問題点】 従来、ガラス溶解炉等での工業用の高温加熱プロセスには、燃料と予熱空気による予熱空気燃焼が多く用いられてきた。また、ガラス溶解炉においては、炉温が高く、排気ガス温度も高いことから、省エネルギーのために、例えば「ガス燃焼の理論と実際」(財団法人省エネルギーセンター刊行)に示されるような蓄熱型燃焼システムを用いている。しかし、蓄熱部(リジェネレータ)の排熱回収による熱効率の改善は 75%程度が限度であること、NOx 排出量の増大や、ガラス溶解炉本体よりも大きな蓄熱室を必要とするために設備費が増大すること、さらには、蓄熱室改修時に大量に発生する鉛、フッ素、各種塩化物の有害物質を多く含む煉瓦廃棄物の処分も問題となること、等から、高温加熱プロセスでのさらなる改良が求められている。

【0003】 近年になり、酸素製造プロセス、特に吸着剤を使用して空気から酸素を分離する PSA 式酸素製造法の技術革新により、工業用規模での酸素濃度 90%前後の酸素が安価に入手できるようになった。この酸素を従来の予熱空気の代わりに、酸化剤として燃焼に使用して、ガラス溶解炉の高温加熱プロセスを酸素燃焼に転換すると、酸化剤中の窒素分がほとんどなくなることから、火炎温度が上昇し、排ガス量も減少する。そのために、従来の予熱空気燃焼と比較すると、熱効率が格段に改善され、また、燃料消費量の削減(省エネルギー)も可能となる。さらに、サーマル NOx 生成の原因となる酸化剤中の窒素分が減少するので、NOx 排出量も減少する。これらの特長から、酸素燃焼法は、従来燃料消費量が多く、NOx 排出量の削減が難しかったガラス溶解炉の加熱プロセスの代替え法として特に好適であるといわれている。

【0004】 ところで、一般的なガラス溶解炉は、炉内下部に熔融ガラスがあり、その上部空間に火炎が作られて、火炎からの熱放射により、ガラスを溶解する構造になっている。そのためガラス溶解炉向けバーナには、NOx 排出量が少ないことと共に、熱放射が強いことが要求される。そこで、従来の予熱空気燃焼と同様の比較的速い噴出流速(30~100m/s 程度)でもって、酸素燃焼バーナで酸素燃焼を行うと、燃料と酸素の燃焼速度は燃料と空気の燃焼速度の 10 倍以上となり、また、酸化剤の体積も 1/5 となるので混合がよくなり、火炎

体積は予熱空気燃焼の場合と比較して大幅に減少し、小さな高温火炎を形成する。そのために、酸素燃焼火炎からの熱放射は少なくなり、ガラス溶解炉のバーナとしては必ずしも望ましくない。また、高温火炎がバーナ近傍に作られると、バーナやバーナタイルが、火炎からの熱により、溶損する危険がある。

【0005】 そこで、ガラス溶解炉向けの酸素燃焼バーナとして、熱放射を高める目的で、例えば特開平 3-186111 号公報に代表されるように、中央部の金属性燃料ノズルから燃料を噴出し、それと同時に燃料ノズルを取り囲む環状酸素ノズルから酸素を噴出し、燃料と酸素がバーナ先端部を過ぎた外側で燃焼を開始するようにしたものが提案されている。この酸素燃焼バーナにおいて、燃料と酸素のノズルからの噴出流速を遅くすることで、燃料と酸素の混合を遅くし、流速方向に大きな火炎を作り、火炎からの熱放射を高めている。また、燃焼開始が遅れることで、火炎の高温部分をバーナから遠ざけることができ、バーナの焼損の可能性を低下させている。

【0006】 この形式の酸素燃焼バーナは、流速を遅くすればするほど、熱放射が大きくなるが、一方において、流速を遅くすることは火炎の安定性を損ない、火炎が浮き上がり、炉天井を損傷する原因となる。そのため、熱放射を高めることにも自ずと限界がある。また、流速を遅くすると、燃料と酸素噴流による火炎中への炉内のガスの巻き込みが減少し、それによる火炎温度低下が起こらないために、高火炎温度の領域が大きくなり、燃料あるいは酸化剤中に少量含まれる窒素が NOx へ転換するサーマル NOx 生成反応が促進するため、NOx 排出量も多くなる欠点がある。

【0007】 他の例として、特開平 7-4623 号公報のように、横方向に偏平な火炎を作り出すことにより、ガラス面から見て火炎の面積を大きくし、ガラスへの熱放射を高める工夫をした酸素燃焼バーナも提案されている。しかし、この形態の酸素燃焼バーナは、燃料と酸素の接触面積が大きく混合がよいために、火炎温度の高い部分がで、サーマル NOx の排出量が増大すると考えられ、NOx 排出量の点で問題を持つ。また、バーナ構造が複雑となり、バーナ製作コストが高くなる点も問題となる。

【0008】 ガラス溶解炉のような高温炉において NOx 排出量を削減する方法として、特公平 7-26730 号公報に示されるように、燃料と酸化剤とを別々に炉内に噴射し、自己排ガス再循環と緩慢燃焼の効果により、火炎温度を低下させ、大幅な NOx 排出量の低減を行う方法が知られている。酸素燃焼法においても、この燃焼方法は有効であり、燃料と酸化剤の流速を速める、燃料と酸化剤のノズル間隔を広げる、燃料と酸化剤を平行に噴出させる等の方法をとることにより、NOx 排出量を確実に低下させることができる。しかし、この形式のバ

一ナで低NOx燃焼と高い熱放射とを両立することは、低NOx 燃焼のために火炎温度を下けているため難しく、NOx 発生を低くしようとすると、熱放射も低下してしまう。そのために、ガラス溶解炉に用いる酸素燃焼バーナとしては必ずしも有効ではない。

【0009】特開平9-112814号公報には、複数のノズルから燃料と酸化剤を別々に炉内に噴射し、横方向に偏平な火炎を作り、ガラス面から見て火炎の面積を大きくし、ガラスへの熱放射を高める工夫をした燃焼装置が提案されている。この燃焼装置では、ガラス溶融面に平行に、複数の燃料ノズルから噴射された燃料ジェットでシート状の燃料流を作り、この燃料流に炉内で交差するように、燃料流の上部から下向きに、複数の酸化剤ノズルから噴射された酸化剤ジェットでシート状の酸化剤流を作り、両者を炉内で交差させ、偏平な火炎を形成するようにしている。

【0010】この燃焼装置では、燃料と酸化剤とが混合する前に、それぞれが炉内のガスと混合し、希釈されるので、特公平7-26730号公報に記載の炉内燃焼方法と同様の原理で、火炎温度は低下し、NOx 排出量は少なくすることができると考えられる。一方、偏平な火炎を作るために、複数のノズルでシート状の燃料流と酸化剤流とを作り、それを交差させ燃焼させるものであり、理論的には偏平な火炎を作ることができて炉内のガラスへの放射を高めることができるが、シート状の燃料流と酸化剤流との条件設定が容易でなく、設定に高度な技術を必要とする。また、複数のノズルから燃料及び酸化剤を噴出させる設計であり、ノズルの構成が複雑であると共に、結果として流れの運動量が低下し、炉内への貫通力が低下するため、大きなガラス溶解炉のように、バーナから離れた炉内の奥に、偏平な火炎を作りたい場合には、所望の偏平火炎を作ることは難しい。また、燃料と酸化剤ノズルの広がり角度により、横方向への火炎の広がりが決まっているので、小さなガラス溶解炉などの場合に要求される、横に広く広がり、短い火炎を作ることは困難となる。さらに、シート状の燃料流に対して一方（上部から下向き）のみから酸化剤流を交差させる形態であり、ガラス溶解面近くに燃料過濃領域が形成されることから、すす（炭素）粒子がガラスに溶け込み、ガラス品質へ悪影響を与える等の不都合が生じると推測される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、従来のガラス溶解炉用の酸素燃焼バーナでは、低NOx 性を維持しつつ、ガラス溶融面への熱放射が多い偏平な火炎を、炉の大きさ等に応じて任意に作ることは容易でない。そこで、本発明の目的は、上述のような従来技術の不具合を解消することのできる、改良された酸素燃焼バーナ及び該バーナを持つ燃焼炉を提供することにより、より具体的には、簡単な構成でありながら、炉内の任意

の位置に、任意の広がりを持つ偏平火炎を形成することができ、かつ、低NOx 性も確保される酸素燃焼バーナ及び該バーナを持つ燃焼炉を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記の課題を解決すべく多くの実験を行うことにより、筒状のノズルから炉内にまっすぐに噴出される燃料流に対して、その上下両方向から酸化剤を角度を付けて噴射し、ノズル先端から離れた炉内の1点で酸化剤が燃料流に上下両方向からほぼ同時に衝突させて燃焼させることにより、横方向に偏平な火炎が形成されること、及び、燃料と酸化剤の衝突位置を変えることにより、偏平火炎の形状と炉内での形成位置を容易に調整できることを知見した。

【0013】本発明による酸素燃焼バーナは、上記知見に経験に基づくものであり、基本的に、燃料ノズルと、該燃料ノズルの上下に配置した2つの酸化剤ノズルとを有し、該各酸化剤ノズルは、噴出する酸化剤が燃料ノズルから噴出する燃料に対してほぼ同じ位置で上下方向から衝突するように、燃料ノズルに対してそれぞれ傾斜して配置されており、かつ、少なくとも前記酸化剤ノズルは、好ましくは、少なくとも噴口の形状を水平方向に扁平な形状として、噴出した酸化剤が水平方向に扁平な状態で上下方向から衝突しうるようにされていることを特徴とする。

【0014】本発明による酸素燃焼バーナは、炉内に噴出される燃料流に対して、その上下両方向から酸化剤を角度を付けて噴射し、ノズル先端から離れた炉内の1点で酸化剤が燃料流に上下両方向からほぼ同時に衝突することにより、横方向に偏平な火炎が形成される。酸素燃焼バーナの製造に当たっては、例えば、不定形耐火物のようなセメント状のものを型に流し込んで成形し、あるいはステンレスのような耐熱性、耐腐食性のある金属製パイプに機械加工を施して、燃料流路と2本の酸化剤流路を形成することが行われるが、その際に、高い精度でもって流路（特に、ノズル先端部分）を加工すれば、炉内の所定の一点で、燃料流と上下の酸化剤流とを衝突させることができる。

【0015】しかし、高い精度の型枠を製作することは容易でなく、細い3本の流れを所望の一点で衝突させるように不定形耐火物で製作することは、大きな作業負担を伴う。一方、所望の点で衝突しない場合には、火炎が左右どちらか一方に片寄り、所望の扁平火炎が得られない恐れがある。そこで、本発明の酸素燃焼バーナでは、少なくとも酸化剤ノズルから噴出した上下の酸化剤を水平方向に扁平な形状の流れで衝突させるようにし、製作あるいは成形誤差により酸化剤の噴出方向が当所の設計目標と多少異なってしまった場合でも、衝突が確実に起こるようにして扁平火炎の形成を確実にしている。また、それにより、ノズル製造時の成形加工の負担も軽減している。

【0016】噴出した酸化剤を水平方向に扁平な形状の流れで上下方向から衝突させるようにする具体的手段として、例えば、酸化剤ノズルの噴口及びその上流部分の形状を楕円又は矩形のような扁平断面形状とし、それにより、酸化剤が水平方向に扁平になった状態でまっすぐに噴出ようにしてもよく、あるいは、酸化剤ノズルの噴口及びその上流部分の形状を、噴口は楕円又は矩形のような扁平断面形状であり、その上流部分は円筒形が次第に水平方向に扁平に広がって前記噴口にいたる形状とし、それにより、酸化剤が水平方向に扁平でありかつ水平方向に広がりながら噴出するようにしてもよい。また、酸化剤ノズルの噴口を水平方向に2個以上配置することによって酸化剤が全体として水平方向に広がりを持って噴出されるようにしてもよい。

【0017】好ましい態様として、酸化剤ノズルに加えて、燃料ノズルも、酸化剤ノズルにおけると同様な手法により、燃料が水平方向に扁平となった状態で、あるいは、水平方向に扁平でありかつ水平方向に広がりながら噴出されるように設けてもよい。それにより、成形加工時の誤差により燃料の噴出方向が当所の設計目標と多少異なってしまった場合でも、酸化剤との衝突が確実となる。このことは、同様に、ノズル製造時の加工の負担も軽減する。

【0018】燃料ノズルの噴出方向は実質的に水平方向であってもよく、5°程度より小さい角度で水平方向より下向きであってもよい。後者の場合には、例えば燃焼量を絞ったとき等に生じやすい火炎先端及び両脇での浮き上がりを効果的に抑制できる利点がある。また、燃料ノズルに対する上下2つの酸化剤ノズルの傾斜角度は、共に等しくてもよく、好ましくは上方に位置する酸化剤ノズルの燃料ノズルに対する傾斜角度が下方に位置する酸化剤ノズルの燃料ノズルに対する傾斜角度よりも大となるように、異なった角度としてもよい。異なった角度とすることにより、やはり燃焼条件によっては生じやすい火炎先端及び両脇での浮き上がりを効果的に抑制することができる。限定的ではないが、燃料ノズルは、バーナ本体の上下方向のほぼ中央に配置することが望ましく、それにより、火炎からの放射によるバーナタイルが受ける熱応力分布が均等になり酸素燃焼バーナの熱的耐久性が確保される。

【0019】好ましい態様において、上下の酸化剤ノズルから噴出する酸化剤の流速及び／又は流量が可変とされ、燃焼に際して、上位の酸化剤ノズルから噴出する酸化剤の流速を速くするか、流量を大とする。それによっても、火炎先端又は両脇での浮き上がりを阻止することができ、均一に扁平化した火炎が得られる。

【0020】好ましい態様において、上下に配置した酸化剤ノズルの取り付け角度が可変とされ、それにより、燃料と酸化剤との交差角度と位置を調整できるようにされる。小さな角度で衝突する場合には、ノズル先端から

離れた位置に扁平な火炎が形成され、大きな角度で衝突する場合には、ノズル先端に近接した位置に扁平火炎が形成される。なお、角度が大きくなると火炎が左右に2分割されるので、炉の大きさや形状に従って、最適な交差角度を設定することができる。

【0021】好ましい態様において、燃料ノズル及び上下に配置した酸化剤ノズルの先端に、流れを層流化するための手段が備えられる。この態様は、バーナ先端から離れた位置で燃料と酸化剤とを衝突させたい場合に有効であり、流れが減衰することなく、効果的な扁平火炎が形成される。

【0022】なお、本発明において、燃料として、天然ガス（主成分：メタン）のみならず、メタン、エタン、プロパン、ブタン、アセチレン、一酸化炭素、水素、液化天然ガス、改質ガス、等の気体燃料はすべて等しく用いる。また、燃料ノズル先端に周知である燃料霧化ノズルを設置することによって液体燃料も使用可能であり、微粉炭等の固体燃料も気流搬送することによって、同様に燃料として使用可能となる。酸化剤も、純酸素に限らず、酸素濃度が70%程度以上のものであれば使用可能であり、PSA (Pressure Swing Adsorption) 方式により製造した酸素濃度80%程度の空気は、酸素製造コストが最も低く、特に有効である。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明による酸素燃焼バーナ及び該バーナを持つ燃焼炉を好ましい実施の形態により説明する。

【0024】図1aは酸素燃焼バーナの形態を示す斜視図、図2は図1のI-I線による断面図である。この酸素燃焼バーナ10は全体として耐火煉瓦1で作られており、その中央には、少なくとも先端の燃料ノズル2N部分は断面が水平方向に長軸を持つ矩形形状とされた燃料流路2が形成され、該燃料流路2の上下には、やはり、少なくとも先端の酸化剤ノズル3a N、3b N部分は断面が水平方向に長軸を持つ矩形形状とされた2本の酸化剤流路3a、3bが形成されている。図示しないが、燃料ノズル2N部分及び2本の酸化剤ノズル3a N、3b N部分の形状は断面矩形でなく、断面水平方向に長軸を持つ楕円形状であってもよい。各流路の後方端はステンレスのような金属製のケーシング4を介して、図示しない燃料供給源Fs及び酸化剤供給源Osにそれぞれ接続している。

【0025】上記の構成であり、燃料流路2を通過してくる燃料、及び、酸化剤流路3a、3bを通過してくる酸化剤は、ともに、前記各ノズル部分を通過することにより、水平方向に扁平に状態となり、その状態のままにまっすぐに、噴口21及び噴口31a、31bから噴出する。

【0026】図2に示すように、燃料ノズル2Nは水平状態となっており、燃料の噴出方向は水平方向となる。

酸化剤ノズル 3 a N、3 b N は、その噴口 3 1 a、3 1 b が前記燃料噴口 2 1 の上下に等しい距離 h をおいて位置しており、かつ、その噴出方向が、燃料ノズル 2 N から噴出する燃料に対してほぼ同じ距離 d の箇所で、かつ、等しい衝突角 α で上下方向から衝突するように、共に角度 α (交差角度 α) だけ傾斜して設けられている。この例において、燃料ノズル 2 N 及び酸化剤ノズル 3 a N、3 b N は耐火煉瓦に穴を穿けているだけであり、ノズル部分は耐火煉瓦と同じ耐熱性を持つ。

【0027】図 3 は酸素燃焼バーナの他の実施形態を示しており、図 3 a はその斜視図、図 3 b はその正面図、図 3 c は図 3 b の c-c 線での断面図である。この酸素燃焼バーナ 10 は、燃料流路 2 の先端部である燃料ノズル 2 N 部分の形状、及び、2 本の酸化剤流路 3 a、3 b の先端部である酸化剤ノズル 3 a N、3 b N 部分の形状が、図 1 及び図 2 に示したものと異なっている。すなわち、燃料ノズル 2 N の先端噴口 2 1、及び酸化剤ノズル 3 a N、3 b N の先端噴口 3 1 a、3 1 b は、ともに水平方向に長い矩形形状となっており、その開口面積は、燃料流路 2 あるいは酸化剤流路 3 a、3 b の断面積とほぼ等しくされている。また、前記矩形形状である噴口 2 1 及び 3 1 a、3 1 b は、図 3 c に燃料ノズル 2 N の場合を例として示すように、平面視で上流側に次第に幅狭となる扇形状の領域 2 1 x 及び 3 1 a x、3 1 b x を介して次第に断面積を縮小し、それぞれの流路 (燃料流路 2 及び酸化剤流路 3 a、3 b) に連続している。

【0028】それにより、燃料流路 2 を通過してくる燃料、及び、酸化剤流路 3 a、3 b を通過してくる酸化剤は、ともに、前記各ノズルの扇形状領域 2 1 x 及び 3 1 a x、3 1 b x の広がり角度 γ に応じた角度で水平方向に扁平に広げられ、広がりながら噴口 2 1 及び噴口 3 1 a、3 1 b から噴出する。

【0029】図 4 は、図 3 に示した形態の酸素燃焼バーナ 10 を熱源とする燃焼炉 (図示されない) 内での火炎の状態を模式的に示している。燃焼炉は全体として長方形であり、その一側面に前記した酸素燃焼バーナ 10 を燃料ノズル 2 N からの燃料の噴出方向 L a が実質的に炉面 L b と平行となるようにして配置している。この場合、燃料は炉内を水平 (扁平) に広がりながら水平方向に直進する。また、酸化剤もやはり水平に広がりながら交差角度 α で上下方向から直進する。そして、炉壁から距離 d のところで燃料流と上下の酸化剤流は衝突し燃焼する。その際に、図示されるように、上下方向から衝突する酸化剤流の持つ垂直方向の運動量成分が、衝突により方向を変え左右方向に広がるために、燃料流を含む水平面に厚み方向のほぼ中心を置く、大きく水平方向扁平に拡散した燃焼火炎 5 1 が形成される。

【0030】耐火煉瓦 1 に燃料ノズル 2 N 及び 2 本の酸化剤ノズル 3 a N、3 b N を形成するときに加工誤差が生じ、それぞれの噴出方向に多少のずれが生じて、燃

料及び酸化剤は水平方向に扁平した状態あるいは扁平方向に広がりながら噴出されるので、燃料及び酸化剤の衝突は確実となり、扁平火炎の形成に支障は生じない。

【0031】図 5 は、本発明による酸素燃焼バーナ 10 をガラス溶解炉 50 の両側壁に互い違いに 2 個配置した場合での、炉内での燃焼火炎 5 1 を模式的に示す。このように配置することにより、炉の中央部分の全長にわたって、所定の扁平火炎をほぼ均等に形成することができ、炉床の有効面積でほぼ均一な放射を得ることが可能となる。なお、図 5 で 5 2 はガラス熔融面である。

【0032】特に図示しないが、前記した酸素燃焼バーナ 10 を、燃料ノズル 2 N からの燃料の噴出方向 L a が実質的に炉面 L b に対して下向きに傾斜する姿勢で燃焼炉に取り付けるようにしてもよい。これにより、燃焼量が少ない場合に生じやすい火炎の浮き上がり、特に火炎の両脇や先端での浮き上がりを効果的に抑制できる。従来の酸素燃焼バーナにおいて、バーナを下向きにすることによって火炎の浮き上がりを防止しようとすると、バーナ燃焼量の増加にともないガラス熔融面等の被加熱面を火炎がなめる状態となり不都合を生じていたが、本発明による酸素燃焼バーナ 10 では下方から酸化剤が角度を持って燃料流に衝突することから、燃焼量が增大しても被加熱面を火炎がなめるようになる状態は回避できる。実験では、燃料の噴射方向 L a の下向き角度は 5° 程度が限界であり、それ以上大きく傾斜させると、部分的に火炎が被加熱物に接触する状況が生じる。

【0033】図 6 は、本発明による酸素燃焼バーナの他の実施形態を示している。この形態では、酸化剤流路 3 a、3 b の上流合流点部位に流量調整バルブ 1 1 を配置している。この流量調整バルブ 1 1 を適宜制御することにより、図示しない酸化剤源から供給される酸化剤の上方に位置する酸化剤ノズル 3 a N と下方に位置する酸化剤ノズル 3 b N への流量を制御することができる。実験によれば、上方に位置する酸化剤ノズル 3 a N への流量を下方に位置する酸化剤ノズル 3 b N への流量よりも大とすることにより、やはり、酸素火炎の浮き上がりを容易に抑制することが可能となる。図示しないが、酸素流路内に流路を制限する棒状の挿入物を入れたり、ノズル先端にシャッタ等の絞りを設けることにより、酸化剤の上方に位置する酸化剤ノズル 3 a N と下方に位置する酸化剤ノズル 3 b N への流速を制御することができ、上方に位置する酸化剤ノズル 3 a N の酸化剤流速を下方に位置する酸化剤ノズル 3 b N の流速よりも大とすることで、同様な効果を得ることができる。

【0034】本発明の酸素燃焼バーナ 10 において、図から明らかなように、燃料流と酸化剤流との衝突位置、すなわち、炉壁面から火炎 5 1 までの距離 d は、燃料ノズル 2 N に対する酸化剤ノズル 3 a N、3 b N の交差角度 α を変えることにより、容易に変更できる。従って、この酸素燃焼バーナ 10 を用いることにより、炉内の任

意の位置に偏平火炎を形成することが可能となる。また、火炎の広がりも、燃料ノズル2Nに対する酸化剤ノズル3aN、3bNの交差角度 α を変えることによって制御できる。

【0035】図7は、本発明による酸素燃焼バーナのさらに他の実施形態を示している。この形態では、耐火煉瓦である本体部分1Aの中央位置に燃料流路2Aをなすセラミックス製パイプが水平状態で配置されており、その上下に、酸化剤流路3Aa、3Abをなす2本のセラミックス製パイプが、燃料流路2Aに対する傾斜角度が調節可能な態様で配置されている。すなわち、本体部分1Aの前記燃料流路2Aの上下には、先端側から後端側に向けて三角形に広がる孔1Ba、1Bbが穿設されており、該孔1Ba、1Bb内に前記酸化剤流路3Aa、3Abを形成する前記2本のパイプが、先端側を定位置として上下方向に揺動可能な状態で挿入されている。それぞれのパイプの先端部分は、図3に示したものと同様に、平面視で扇形状をなす領域(21x及び31ax、31bx)と水平方向に長い矩形形状となった噴口(21及び31a、31b)とを持つ燃料ノズル2N部分及び酸化剤ノズル3aN、3bN部分とされている。図示しないが、図1に示したもののように、それぞれのパイプの少なくとも先端のノズル部分は、その全体が断面において、水平方向に長軸を持つ楕円形状あるいは矩形形状とされていてもよい。

【0036】本体部分1Aの後端側には、各パイプを所定の位置に保持するための固定装置1Dが取り付けられており、酸化剤流路3Aa、3Abを構成する各パイプの後端側を前記固定装置1Dの適宜の位置にセットすることにより、燃料ノズル2Nから噴出する燃料流に対する、2本の酸化剤ノズル3aN、3bNからの各酸化剤流の上下方向からの交差角度 α を任意に調節することが可能となる。この形態の酸素燃焼バーナによれば、燃料ノズルに対する上下の酸化剤ノズルの取り付け角度を容易に変化させることができ、それにより、燃料と酸化剤との衝突位置を調整して、偏平火炎の炉内での形成位置を変えることが可能となる。

【0037】図8は、本発明による酸素燃焼バーナのさらに他の実施形態を示している。この形態は、燃料ノズル2Nは水平状態となっており、上方に位置する酸化剤ノズル3aNの燃料ノズル2Nに対する傾斜角度 α ($\alpha 1$)が、下方に位置する酸化剤ノズル3bNの燃料ノズル2Nに対する傾斜角度 α ($\alpha 2$)よりも大とされており、それに応じて、燃料ノズル2Nの噴口21から、上方に位置する酸化剤ノズル3aNの噴口31aまでの距離hも、下方に位置する酸化剤ノズル3bNの噴口31bまでの距離hより大きくされている点で、図1あるいは図3に示したものと構成を異にしている。

【0038】この形態の酸素燃焼バーナでは、角度 α ($\alpha 1$)と角度 α ($\alpha 2$)の差分に応じて火炎を下向き

にすることができ、火炎の浮き上がりを抑えることができると共に、前記した燃料ノズルを下向きに傾斜させる場合と同様に、下方から酸化剤が角度を持って燃料に衝突することから、燃焼量が增大しても被加熱面を火炎がなめる状態は回避できる。実験では、角度 α ($\alpha 1$)と角度 α ($\alpha 2$)の差は 15° 程度が限界であり、それ以上大きくすると、火炎全体が湾曲あるいは2つに分割され、偏平火炎は得られないと共に、火炎が下向きに広がり部分的に火炎が被加熱物に接触する状況が生じる。

【0039】図示しないが、ノズル先端に、金属製の網、パンチングメタルのような多数の穴の空いた金属板、長さ数cmの肉厚の薄い細いパイプを束ねたもの等を取り付け、燃料と酸化剤の流れを整流(層流化)するようにしてもよい。流れが層流になるか、乱流になるかはレイノルズ数に依存し、管内を流れる場合には、管径が小さいとレイノルズ数が小さくなり層流となる。太い管内に、流れを分割する前記のような整流器を入れることにより、流れが層流となり、流れの炉内への貫通力が強くなる。そのために、流れを層流化することにより、バーナから離れた位置で流れを衝突させたい場合に、流れを減衰させずに効果的に偏平火炎を形成することが可能となる。

【0040】本発明による酸素燃焼バーナにおいて、前記しかつ後記の実験例において詳しく説明するように、前記交差角度 α (図8に示す形態では α ($\alpha 1$)と α ($\alpha 2$)、以下同じ)が小さい場合には、ノズルから離れた位置に幅の狭い偏平火炎が得られ、交差角度 α が大きくなるにつれて、火炎はノズルに近づきかつ幅の広い偏平火炎が得られる。従って、前記交差角度 α を適宜制御することにより、任意の広がりを持つ偏平火炎を炉内の任意の位置に形成することが可能となる。また、ある程度以上に交差角度 α が大きくなると、火炎長は短くなり、かつ、二つに分割した偏平火炎が得られる。この二分割した火炎は、ガラス溶解室面積が小さい小型のガラス溶解炉において、有効な放射火炎となる。

【0041】従来の酸素燃焼バーナにおいて、燃料と酸化剤の噴出流速 v が遅い場合に火炎は浮き上がる傾向にあり、火炎が浮き上がると、炉天井を傷める原因となり好ましくない。そのための対策として、酸化剤の流速 v を上げるか、バーナノズルをやや下向きに取り付けることを行っているが、流速 v が増加すると放射熱流束は減少するので好ましくなく、また、ノズルを下向きにするとバーナ燃焼量を増加させた場合には、前記したように、ガラス溶融面を火炎がなめる状態となり好ましくない。前記のように、本発明による酸素燃焼バーナでは、上下に酸化剤ノズル3aN、3bNを有することから、燃料ノズルをわずかに下向きにすることで、また、適宜の手段により、上方に位置する酸化剤ノズル3aNからの酸化剤の噴出流速を下方に位置する酸化剤ノズル3bNと比較して速くするか、又は、上方に位置する酸化剤

ノズル3 a Nからの酸化剤の噴出流量を下方に位置する酸化剤ノズル3 b Nと比較して多くすることで、放射熱流束を減少させることなく、かつ、偏平火炎の水平状態をそのまま維持して、火炎の浮き上がりを抑えることが可能となる。

【0042】また、本発明による酸素燃焼バーナは燃料と酸化剤とがそれぞれのノズルから噴出するので、衝突して燃焼を開始する以前に炉内の燃焼ガスを巻き込む。そのために、最高火炎温度が低下し、流速 v と、燃料ノズルと酸化剤ノズルの間隔 h を調節することでNOx排出量を少なくすることができる。なお、NOx排出量を少なくするには、燃料と酸化剤の噴出速度 v を速く、燃料ノズルと酸化剤ノズルの間隔 h を広くすればよいことが知られているが、噴出速度 v を速くしすぎたり、ノズルの間隔 h を広げすぎると、放射熱流束は低下するので、両者のバランスを取りつつ、適当な速度 v 及びノズルの間隔 h を実験的に設定する。

【0043】図9は本発明による酸素燃焼バーナのさらに他の実施形態を示している。この形態は、上下の酸化剤ノズル3 a N、3 b Nが、燃料ノズル2 Nに対して傾斜した部分3 a 1、3 b 1と、該傾斜した部分の上流側端部に連続する燃料ノズル2 Nに実質的に平行な部分3 a 2、3 b 2とで構成され、該平行な部分3 a 2、3 b 2がそのまま酸化剤流路3 a、3 bに接続している。

【0044】この形態の酸素燃焼バーナでは、酸化剤ノズル3 a N、3 b Nが傾斜した部分3 a 1、3 b 1と平行とされた部分3 a 2、3 b 2とで構成されるので、図1あるいは図3に示す形態のものと比較して耐火煉瓦の上下方向の高さを低くすることができ、バーナが小型化する。また、耐火煉瓦は高価であり、この形態とすることによりコストを低減することもできる。傾斜した部分3 a 1、3 b 1の長さを、好ましくは、平行とされた部分3 a 2、3 b 2の直径の5倍以上の長さとするにより、酸化剤の噴出方向の直進性は確保される。特に図示しないが、前記図7に示した形態の酸素燃焼バーナにおいても、2本の酸化剤流路3 A a、3 A bを直線状ではなく、途中で折曲した形状とすることは可能であり、それにより、耐火煉瓦の上下方向の高さ方向を低くすることができ、低コスト化が可能となる。

【0045】図10は本発明による酸素燃焼バーナのさらに他の実施形態を示している。この形態は、燃料流路2 A'、酸化剤流路3 A a'、3 A b'は、その先端のノズル部分も含めて、共にステンレスのような耐熱性、耐腐食性のある金属製パイプで作られており、かつ、その全体がやはりステンレスのような耐熱性、耐腐食性のある金属材料で作られたケーシング1 mで覆われている。そして、該ケーシング1 mの内部は水冷用のジャケットW jとされ、ケーシング1 mには冷却水の導入口W i nと排出口W o u tが設けられる。この構成では、バーナ構造材料がすべて金属となり、加工が容易となると

共に、水冷構造のため耐火煉瓦の場合とと比較して、高い耐熱性、耐腐食性が得られる。

【0046】以上の各酸素燃焼バーナの説明において、燃料ノズル2 N及び上下に位置する酸化剤ノズル3 a N、3 b Nは、同じ形状をなし、ともに、水平方向に長い楕円あるいは矩形形状をなす噴口を有するものとして説明したが、これは、噴出した酸化剤及び燃料が水平方向に扁平な形状でもって上下方向から衝突しううようにするための例示であって、他に多くの実施の形態が存在する。

【0047】図11は、他の形態の噴口部分を炉内表面側からみた状態を示しており、図3に示したものとほぼ同様であるが、矩形形状である噴口2 1、3 1 a、3 1 bの短辺側の輪郭が直線ではなく曲線状とされている。この場合には、より均一なノズル内の流速分布が実現できる。

【0048】図12 a、b、cは、さらに他の形状の噴口部分を示しており、図12 aでは、実質的に円形である噴口2 1、3 1 a、3 1 bを水平方向に2個（2個以上であってもよい）配置することによって燃料及び酸化剤が水平方向に扁平にかつ広がりながら噴出されるようにしている。各噴口は上流側で燃料流路2あるいは酸化剤流路3 a、3 bから分岐したものであり、各2つの噴口の合計断面積は燃料流路2あるいは酸化剤流路3 a、3 bの断面積と等しくされている。この場合には、水平方向の噴力が強くなり、より火炎が拡開する効果が生じる。図12 bの場合は、燃料ノズル2 Nは図3に示した矩形形状の噴口2 1とし、上下の酸化剤ノズル3 a N、3 b Nの噴口3 1 a、3 1 bは、図12 aに示したような、実質的に円形である噴口を水平方向に2個（2個以上であってもよい）配置した形状とされている。この場合にも水平方向の噴力が強くなり、より火炎が拡開する効果が生じる。図12 cでは、燃料流路2あるいは酸化剤流路3 a、3 bが2本（2本以上であってもよい）水平方向に形成され、それぞれが同じ断面形状の噴口2 1、3 1 a、3 1 bを有している。

【0049】図13 a、bは、さらに他の形態の噴口部分を示しており、ここでは、酸化剤ノズル3 a N、3 b Nの噴口3 1 a、3 1 bは、酸化剤が水平方向に広がりながら噴出されるように、図3に示したと同様な矩形形状とされているが、燃料ノズル2 Nは円形の噴口2 1を有しており、燃料流は扁平形状では噴出されない。図13 bでは、燃料ノズル2 Nは円形の噴口2 1であり、上下の酸化剤ノズル3 a N、3 b Nの噴口3 1 a、3 1 bは、図12 aに示したような、実質的に円形である噴口を水平方向に2個配置した形状とされている。燃料流が細い線状の流れであっても、酸化剤流が水平方向に広がりを持って噴出されれば、十分に所期の目的が達成できることは容易に理解されよう。

【0050】上記のすべての例において、燃料流路及び

酸化剤流路の断面積と、それぞれのノズル噴口の断面積は等しいものとして説明したが、それは必須の構成ではなく、各流路の断面積に対して、ノズル噴口の断面積はある程度の範囲で広くても狭くてもよい。広い場合には、ノズル形状の火炎形状に与える影響が小さくなり、狭い場合には、よりノズル形状の影響が表れやすくなる。さらに、2個以上の噴口を形成する場合に、該噴口の断面は円形であってもよく、横に広がった楕円形状、矩形形状などであってもよい。

【0051】次に、本発明者の行った実験例に基づき、本発明をさらに説明する。図に示した構成の酸素燃焼バーナを用い、燃料としてメタンを主成分とする都市ガス、酸化剤として液化酸素を気化させた酸素濃度99.5%以上の酸素を用いて燃焼させた。燃料流量は $23\text{ m}^3/\text{h}$ 、燃焼量で 265 kW (LHV換算)、酸素流量は $55\text{ m}^3/\text{h}$ で、 $23\text{ m}^3/\text{h}$ のガスが完全燃焼するのに必要な酸素量の1.05倍を供給した。燃料ノズルと酸素ノズルの間隔は $25\sim100\text{ mm}$ 、燃料と酸素の噴出速度は同一で $30\sim80\text{ m/s}$ 、酸素ノズルの取り付け角度を $0\sim15$ 度まで変化させて行った。

【0052】実験炉の炉内寸法は、幅1.2m、高さ1.2m、長さ3.6mの立方体のものを用い、前記バーナを一端側壁の中央に設置し、他端側の上部には煙道を設置した。火炎からの放射と放射熱流束は比例関係にあることから、火炎からの熱放射の強さを測定するために、炉床での放射熱流束を測定した。測定は、火炎の軸方向にバーナから0.3m間隔で6点測定した。

【0053】図14は、酸素ノズルの燃料ノズルに対する傾斜角度(交差角度) α が放射熱流束へ与える影響についての比較を示す。燃料及び酸素の流速 v は共に 30 m/s 、燃料ノズルと酸素ノズルとの間隔 h は 50 mm と固定し、酸素ノズル角度 α のみを 0 度 ~ 15 度まで変化させた場合の、放射熱流束を測定した。 0 度(平行)の場合($\alpha=0$ 度)、放射熱流束は低く、火炎の後半部分で放射熱流束が高くなる分布を示す。これは、燃料と酸素の混合が悪いために、燃焼が遅れ、火炎がバーナから遠く離れた位置にできたためである。 5 度内側に傾けた場合($\alpha=5$ 度)、全体に放射熱流束が高くなり、ピーク的位置も炉の中央付近にできる。このことから、上下の酸素ノズルを内側に傾けることは、放射熱流束を高めるのに有効であることが確認される。 10 度内側に傾けた場合($\alpha=10$ 度)、バーナ近くの放射熱流束が上昇し、放射熱流束分布がさらに高くなった。さらに角度をきつくして、 15 度内側に傾けた場合($\alpha=15$ 度)放射熱流束分布のピークはバーナ側に近寄り、ピークは高くなったが、バーナから離れた位置での放射熱流束は低くなり、均一性は悪化した。

【0054】図15は、燃料及び酸素の速度 v が放射熱流束へ与える影響についての比較を示す。ここでは、燃料及び酸素の流速 v を 30 m/s から 80 m/s まで変

化させた場合の放射熱流束分布を調べた。流速が最も低い 30 m/s の放射熱流束が高くなる傾向は見られるものの、流速が速い場合には放射熱流束はほとんど差はなく、また、放射熱流束分布にも大きな差は見られない。

【0055】図16は、燃料ノズルと酸素ノズルとの間隔 h が放射熱流束へ与える影響についての比較を示す。ここでは、燃料ノズルと酸素ノズルとの間隔 h を 25 mm から 100 mm まで変化させた場合の放射熱流束分布を調べた。 $h=100\text{ mm}$ の場合の放射熱流束が最も低くなるが、 $h=50\text{ mm}$ 以下の場合、放射熱流束にほとんど差がない。

【0056】次に、火炎形状について検討した。実験炉は内側が耐火断熱材張り、壁面からの放射が強く、火炎の観察には適さない。そこで上記バーナを大気解放で燃焼させ、火炎形状を観察した。酸素ノズルの角度が 0 度(平行)の場合($\alpha=0$ 度)、火炎は、図17

(a)は側面図、(b)は平面図、以下、図18、図19でも同じ)に示すように、バーナから離れた位置に作られた。また、火炎は長く、円筒状となった。 5 度内側に傾けた場合($\alpha=5$ 度)、上下からの酸素流の影響で、円筒状の火炎がわずかに横方向に扁平となり、火炎長はやや短くなった。 10 度内側に傾けた場合($\alpha=10$ 度)、図18に示すように、横方向に広がる扁平な火炎ができた。 15 度内側に傾けた場合には($\alpha=15$ 度)、図19に示すように、バーナの近くに横方向に分割された二つの火炎51a、51bが形成され、火炎長はさらに短くなった。

【0057】これらの結果から、火炎形状は燃料及び酸素の流速 v や、ノズル間隔 h よりも、酸素ノズルの交差角度 α に強く影響され、交差角度 α が大きくなると共に火炎長は短くなること、また、ある程度以上の角度になると、扁平火炎は横方向に分割されることが分かった。このことから、本発明による酸素燃焼バーナは、ガラス溶解炉のように、火炎からの強い放射を必要とする燃焼炉の熱源としてきわめて有効であることを確認した。また、ガラス溶解室面積が小さい、小型のガラス溶解炉では、角度を大きく取り、一つのバーナで二つの火炎を作ることが有効であることも確認できた。

【0058】ところで、燃料に窒素を含まない都市ガス、酸化剤に液化酸素を気化させた純酸素を使用した場合、理論的には NO_x 排出量はゼロとなる。しかし、工業炉では、炉内への侵入空気を防ぐことは、実質的に不可能であり、ある程度の侵入空気を想定して、 NO_x 対策を取ることが必要である。本発明による燃焼炉では、酸素燃焼であっても、燃料と酸化剤がそれぞれノズルから噴出し、前記のように、衝突して燃焼を開始する以前に炉内の燃焼ガスを巻き込む。そのため最高火炎温度が低下するので NO_x 削減に大きな効果がもたらされる。

【0059】さらに、図20～図22に示すように、実験結果によると、本形式のバーナでは、①酸素ノズルの

交差角度 α が少ないほど(図20)、②燃料と酸素のノズルからの噴出速度 v が速いほど(図21)、③ノズル間隔 h が広いほど(図22)、NOx 排出量は低くなることが確認された。前記特開平3-186111号公報に代表される、中央部の燃料ノズルから燃料が噴出され、それと同時に燃料を取り囲む環状酸素ノズルから酸素が供給され、燃料と酸素がバーナ先端を過ぎた外側で燃焼を開始するようにした、いわゆる二重管構造の酸素燃焼バーナのNOx 排出量は、同一の実験条件で150ppm($O_2 = 0\%$ 換算)前後であったが、本発明による酸素燃焼バーナでは、放射熱流束が高く、分布が均一となる条件において、NOx 排出量は90ppm($O_2 = 0\%$ 換算)であった。NOx 排出量90ppmは濃度にするやや高く思えるが、酸素燃焼では、排気ガス量が空気燃焼と比較して大幅に減少するため、酸素燃焼でのNOx 排出量を空気燃焼のNOx 排出量に換算すると約10ppmに相当し、非常に低い値である。また、NOx 排出量を極限まで下げようとする場合、本発明のバーナで、条件を適切に選択することにより、9ppm($O_2 = 0\%$ 換算)のNOx 排出量が可能であった。

【0060】

【発明の効果】本発明により、簡単な構成でありながら、炉内の任意の位置に、任意の広がりを持つ扁平火炎を形成することが可能となり、かつ、低NOx 性も確保される酸素燃焼バーナが得られる。そのために、この酸素燃焼バーナは、ガラス溶解炉のように、火炎からの強い放射を必要とする燃焼炉の熱源としてきわめて有効である。また、少なくとも酸化剤は水平方向に扁平した形状で噴出されるので、燃料ノズルあるいは酸化剤ノズルを製作するときに加工誤差などが生じた場合でも、燃料及び酸化剤の衝突を確実なものとすることができ、扁平火炎の形成に支障が生じるのを回避できる。それにより、ノズル製造時の加工負担も軽減される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による酸素燃焼バーナ及びノズル部分の一形態を示す斜視図。

【図2】図1のI I-I I線による断面図。

【図3】本発明による酸素燃焼バーナ及びノズル部分の他の形態を示す斜視図。

【図4】本発明による酸素燃焼バーナを熱源とする燃焼炉内での火炎形態を示す模式図。

【図5】本発明による酸素燃焼バーナを熱源とする燃焼

炉の燃焼状態を示す概念図。

【図6】本発明による酸素燃焼バーナの他の実施形態を示す断面図。

【図7】本発明による酸素燃焼バーナのさらに他の実施形態を示す断面図。

【図8】本発明による酸素燃焼バーナのさらに他の実施形態を示す断面図。

【図9】本発明による酸素燃焼バーナのさらに他の実施形態を示す断面図。

10 【図10】本発明による酸素燃焼バーナのさらに他の実施形態を示す断面図。

【図11】本発明による酸素燃焼バーナのさらに他の実施形態を示す正面図とa'-a'線による断面図。

【図12】本発明による酸素燃焼バーナのさらに他の実施形態を示す正面図とa'-a'線、b'-b'及びc'-c'線による断面図。

【図13】本発明による酸素燃焼バーナのさらに他の実施形態を示す正面図とa'-a'線及びb'-b'線による断面図。

20 【図14】交差角度 α の違いによる放射熱流束の違いを示すグラフ。

【図15】燃料及び酸化剤の流速 v の違いによる放射熱流束の違いを示すグラフ。

【図16】燃料ノズルと酸化剤ノズルの間隔 h の違いによる放射熱流束の違いを示すグラフ。

【図17】燃焼炉内での火炎の状態を示す概念図。

【図18】燃焼炉内での火炎の状態を示す概念図。

【図19】燃焼炉内での火炎の状態を示す概念図。

30 【図20】交差角度 α がNOx 排出量へ与える影響を示すグラフ。

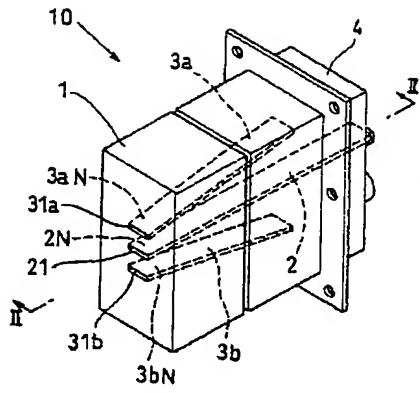
【図21】燃料及び酸化剤の流速 v がNOx 排出量へ与える影響を示すグラフ。

【図22】燃料ノズルと酸化剤ノズルの間隔 h がNOx 排出量へ与える影響を示すグラフ。

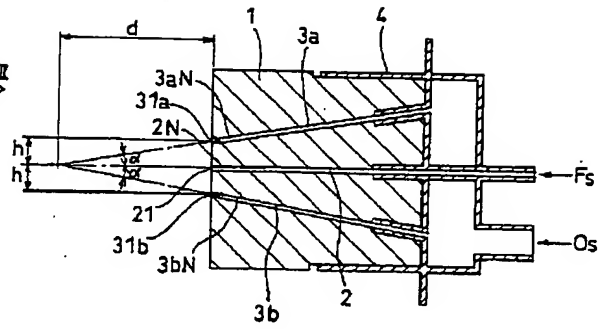
【符号の説明】

10…酸素燃焼バーナ、2…燃料流路、2N…燃料ノズル、21…燃料ノズルの噴口、21x…燃料ノズルの扇形状部分、3a、3b…酸化剤流路、3aN、3bN…酸化剤ノズル、31a、31b…酸化剤ノズルの噴口、31ax、31bx…酸化剤のノズルの扇形状部分、50…燃焼炉

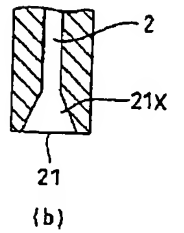
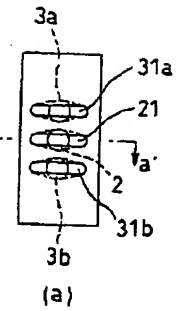
【図1】



【図2】

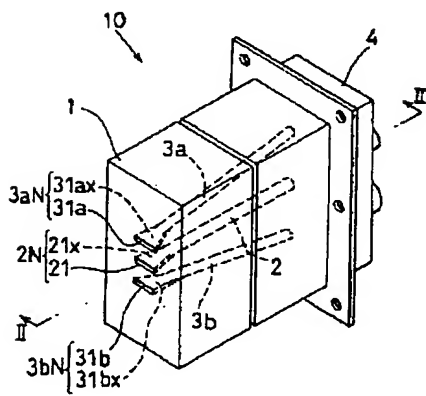


【図11】

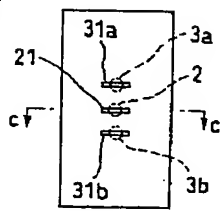


【図3】

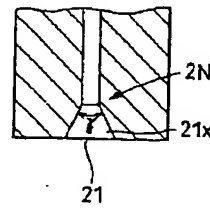
(a)



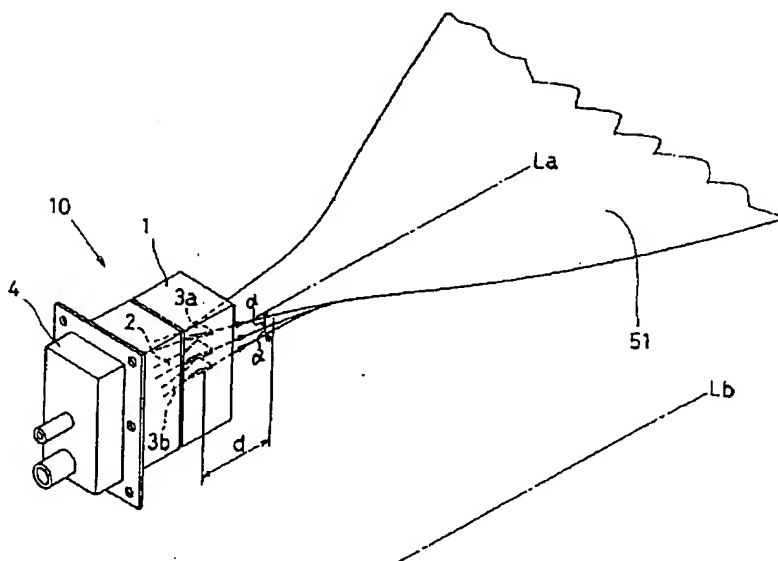
(b)



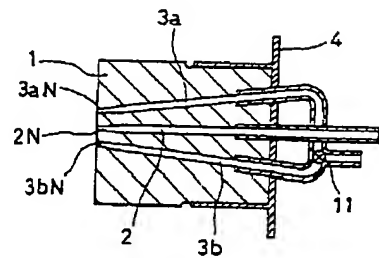
(c)



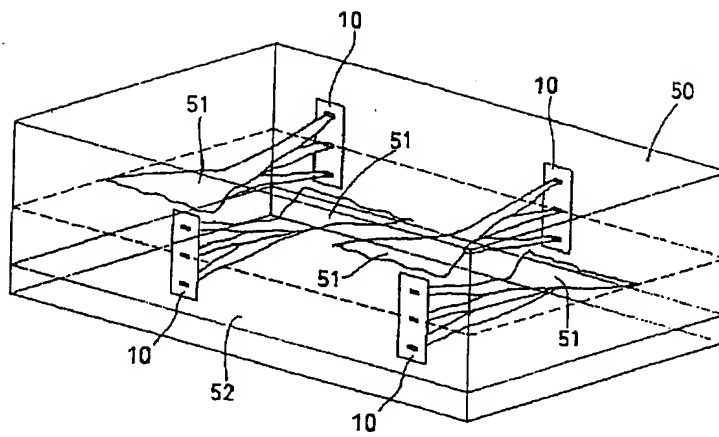
【図4】



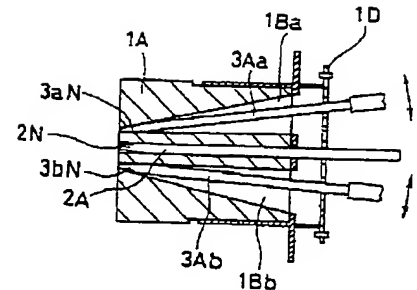
【図6】



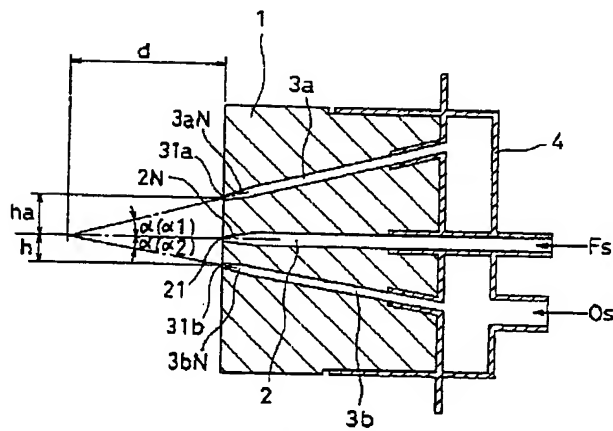
【図 5】



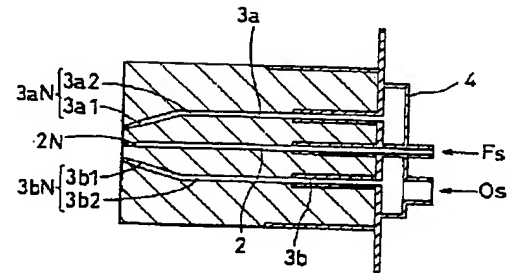
【図 7】



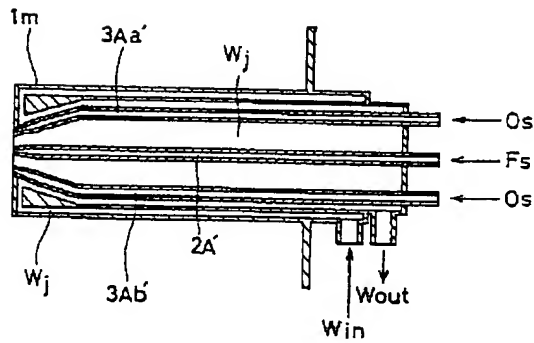
【図 8】



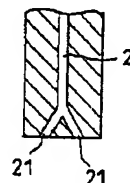
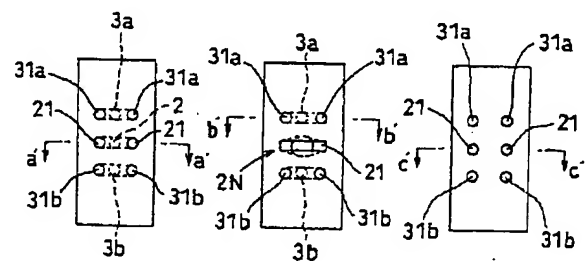
【図 9】



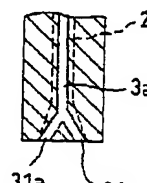
【図 10】



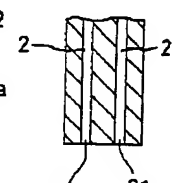
【図 12】



(a)

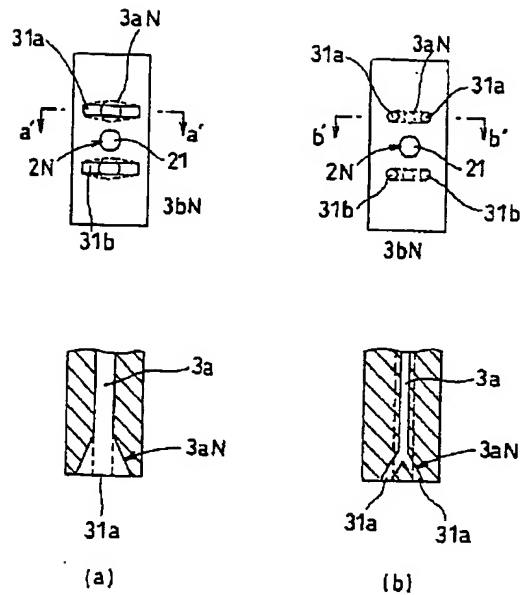


(b)

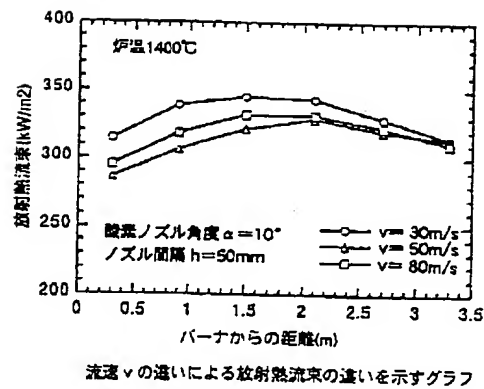


(c)

【図13】

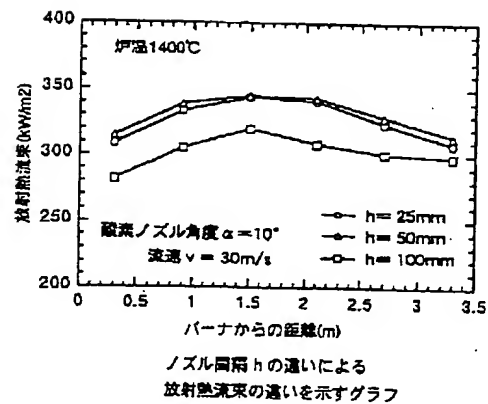


【図15】



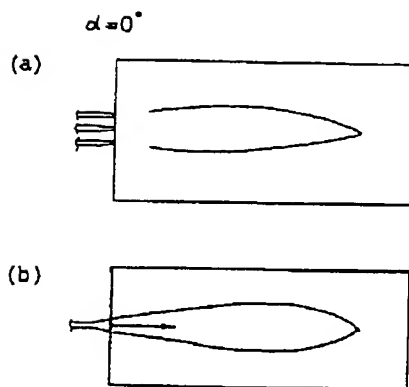
流速 v の違いによる放射熱流束の違いを示すグラフ

【図16】

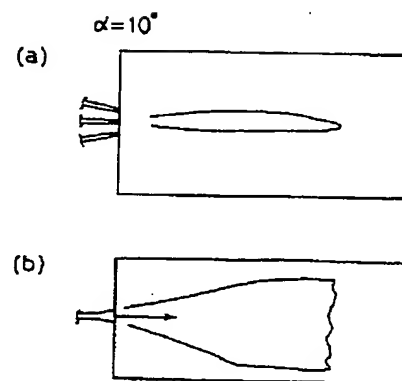


ノズル間隔 h の違いによる放射熱流束の違いを示すグラフ

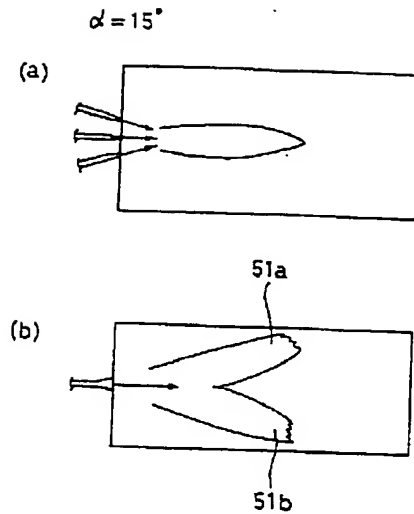
【図17】



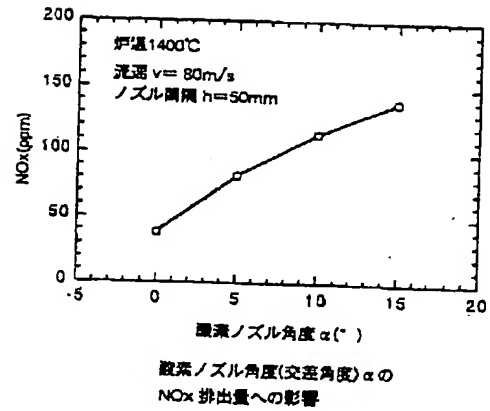
【図18】



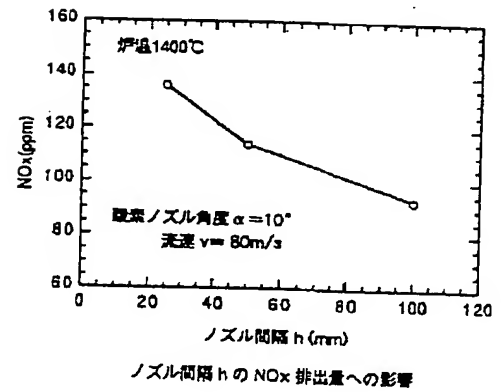
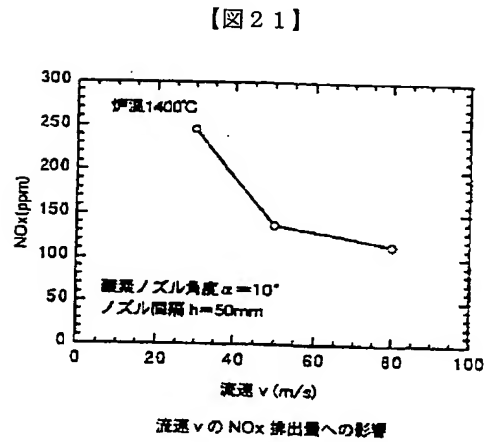
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

ターモート (参考)

F 2 3 D 14/48

F 2 3 D 14/48

B

14/58

14/58

Z

14/78

14/78

A

23/00

23/00

F ターム(参考) 3K017 CA06 CA10 CB01 CB11 CC01
CD01 CD02 CD03 DF02
3K019 AA06 AA10 BA01 BA06 BB04
BD01 BD11
3K065 QA01 QB01 QB05 QB14 QC03
TA01 TB02 TB04 TC03 TD04
TD05 TD07 TE01 TE06 TH01
TH06 TM08
3K091 AA01 AA05 AA16 BB05 BB21
CC02 CC06 CC13 CC22 CC23